



УДК 504.61:62+623.437.4
ГРНТИ 73.01.94

МЕТОДИКА ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ КОЛИЧЕСТВА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОЕННОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ

*А.А. ТОМИЛОВ, кандидат военных наук, профессор
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)
А.Е. ЛОМОВСКИХ, кандидат технических наук, доцент
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)
А.С. GERMANOVICH, доцент
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)*

В статье акцентируется проблема загрязнения окружающей среды в России от автотранспорта, в частности от военной автомобильной техники. Предложена методика по определению количества выбросов загрязняющих веществ, при эксплуатации военной автомобильной техники в различных условиях, с целью разработки технических решений и организационных мероприятий в воинских частях по снижению токсичности загрязняющих веществ.

Ключевые слова: военная автомобильная техника, загрязняющие вещества, выброс, предельно-допустимая концентрация.

METHODOLOGY FOR DETERMINING THE AMOUNT OF POLLUTANTS IN THE OPERATION OF AUTOMOTIVE EQUIPMENT IN VARIOUS CONDITIONS

*A.A. TOMILOV, Candidate of Military sciences, Professor
MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)
A.E. LOMOVSKIKH, Candidate of Technical sciences, Associate Professor
MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)
A.S. GERMANOVICH, Associate Professor
MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)*

The article focuses on the problem of environmental pollution in Russia from vehicles, in particular from automotive equipment. A method is proposed for determining the amount of emissions of pollutants during the operation of automotive equipment in various conditions, in order to develop technical solutions and organizational measures in military units to reduce the toxicity of pollutants.

Keywords: automotive equipment, pollutants, emissions, maximum permissible concentration.

Введение. За последнее десятилетие проблема загрязнения окружающей среды в России решается на правительственном уровне. В настоящий момент экологическая безопасность в нашей стране встает на первое место и является компонентом национальной безопасности, без которого невозможно устойчивое развитие России.

Следует отметить, что ежегодные выбросы от промышленных предприятий составляют более 20 млн. тонн, выбросы транспортом – до 17 млн. тонн. Высокий уровень загрязнения обусловлен выбросом опасных веществ таких как: угарного газа, бензопирена, формальдегида, углеводородов, сероводорода, свинца [1].

Загрязнение окружающей среды происходит по двум направлениям: первое – воздействие на состояние экосистем, а второе – воздействие на здоровье человека. Первое является



следствием выброса парниковых газов, оксидов серы и азота, второе – выбросом в атмосферу вредных веществ (свинца, угарного газа, углеводородов) и пылевых частиц. Около 40 млн. жителей проживают в районах, где уровень вредных примесей в разовых или суточных пробах воздуха в 10 раз и более превышает предельно-допустимую концентрацию (ПДК) [1].

Поэтому очень важно определять регулярно концентрацию загрязняющих веществ на объектах: в зонах работы промышленных предприятий, в густонаселенных пунктах, на аэродромах государственной авиации, в районах и местах массовой эксплуатации автомобильной техники; оценивать степень загрязнения с максимально допустимым воздействием на окружающую среду, проводить необходимые мероприятия по обеспечению экологической безопасности.

Актуальность. По многочисленным исследованиям в связи с быстрым ростом количества автомобильного транспорта, являющегося основным источником загрязнения воздуха – 75 % от общего количества других видов транспорта. По разным оценкам в крупных городах доля выбросов токсичных ЗВ составляет до 80 %, что негативно влияет, прежде всего, на состояние здоровья населения [2]. В связи с ежегодным увеличением количества автотранспорта в России, в том числе автомобильной техники в Вооруженных Силах, экологическая проблема приобретает все большее значение. Возросшая в период 2012–2020 годов интенсивность проведения войсковых учений в различных условиях и в разных регионах нашей страны обуславливает увеличение негативного влияния выбросов токсичных контаминантов от военной автомобильной техники (ВАТ) на окружающую среду. С одной стороны, необходимо избежать негативного воздействия процессов эксплуатации ВАТ на окружающую среду, с другой стороны – обеспечить выполнение задач в установленные сроки, возлагаемых на подразделения и части, в интересах обеспечения обороноспособности нашей страны.

С целью снижения уровня загрязнения необходимо разрабатывать технические решения на ВАТ и организационные мероприятия по ее эксплуатации. Для этого следует системно определять количество ЗВ от применения ВАТ в различных условиях. Такими условиями наиболее массового применения ВАТ в Воздушно-космических силах являются: эксплуатация в городских условиях (населенных пунктах), эксплуатация на аэродромах, эксплуатация в автопарках при подготовке ВАТ к применению. Следовательно, определение количества загрязняющих веществ, при эксплуатации военной автомобильной техники в различных условиях, является на сегодня актуальным вопросом.

Цель работы – разработать методику по определению количества загрязняющих веществ, при эксплуатации военной автомобильной техники в городских условиях (населенных пунктах), на аэродромах, в автопарках при подготовке ВАТ к применению.

Степень загрязнения атмосферы при эксплуатации ВАТ в основном оценивается по содержанию в ней различных веществ с гигиеническими нормативами [3], к которым относятся предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ.

Существуют три разновидности ПДК: максимально – разовая ПДК_{МР}; среднесуточная ПДК_{СС}; в воздухе рабочей зоны ПДК_{РЗ}.

Перечень ПДК основных загрязняющих веществ, выделяемых в воздух, представлен в таблице 1 [4].

Таблица 1 – Предельно-допустимые концентрации загрязняющих веществ

Загрязняющие вещества	ПДК, мг/м ³		
	ПДК _{СС}	ПДК _{МР}	ПДК _{РЗ}
Оксид углерода	3,0	5,0	20
Оксид азота (NO _x)	0,040	0,085	9
Сажа	0,5	0,15	3,5
Свинец	0,0007	-	0,01
Углеводороды	1,5	5,0	100



Для качественной оценки уровня загрязнения атмосферы от эксплуатации ВАТ применяется комплексный индекс загрязнения атмосферы (КИЗА) [5]. Данный индекс позволяет выявить, во сколько раз суммарный уровень загрязнения воздуха несколькими загрязняющими веществами превышает его ПДК (таблица 2).

КИЗА для n-го количества загрязняющих веществ определяется по формуле 1:

$$I(n) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_{cp.i}}{ПДК_{cc.i}} \right)^{A_i}, \quad (1)$$

где $C_{cp.i}$ – средняя за месяц, сезон или год концентрация i-го ЗВ; $ПДК_{cc.i}$ – среднесуточная предельно допустимая концентрация i-го ЗВ; A_i – показатель степени в соответствии с классом опасности i-го ЗВ.

Таблица 2 – Классы опасности загрязняющих веществ

Класс опасности	1	2	3	4
A_i	1,5	1,3	1,0	0,85

Для разработки технических решений по снижению токсичности выбросов от военной автомобильной техники необходимо выделить особенности определения количества загрязняющих веществ, при эксплуатации ВАТ в различных условиях: в городских условиях (населенных пунктах), на аэродромах при обслуживании авиационной техники, в автопарках при подготовке ее к применению.

А. Определение количества загрязняющих веществ, при эксплуатации военной автомобильной техники в населенных пунктах.

Расчет количества выбросов от военной автомобильной техники при ее эксплуатации в населенных пунктах производится для трех режимов работы двигателей внутреннего сгорания ДВС [6]:

- при прогреве двигателя;
- при работе на холостом ходу;
- при движении по улично-дорожной сети.

Удельные выбросы при каждом режиме эксплуатации для грузовых автомобилей приведены в таблицах 3–5 [6].

При определении массы загрязняющих веществ необходимо учитывать тип двигателя и его объем. Следует отметить, что количество удельных выбросов при эксплуатации ДВС в теплый и холодный периоды года существенно различается. Периоды эксплуатации ВАТ со среднемесячной температурой в диапазоне от $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ принято относить к переходному периоду. Важная особенность: при расчете удельных выбросов CO , CH , C , SO_2 в переходный период полученные значения умножаются на 0,9, удельные выбросы NO_x равны выбросам в холодный период [6].

Использование удельных показателей выбросов позволяет наиболее точно определить количество загрязняющих веществ как при движении ВАТ по улично-дорожной сети (УДС) населенного пункта, так и при работе в местах стоянок и на перекрестках.

Существует два метода расчета выбросов загрязняющих веществ от ВАТ: для стационарного источника загрязнения и для передвижного источника загрязнения [6].

Под стационарным источником загрязнения понимается военный автомобиль, работающий на холостом ходу и в режиме прогрева ДВС.

Масса загрязняющих веществ, выделяемых стационарным источником загрязнения, определяется зависимостью 2, в которой сумма производится по автомобилям k-ой группы:



$$M_j = \sum N_k (m_{1kj} T_1 + m_{2kj} T_2) D 10^{-6}, \quad (2)$$

где M_j – валовый выброс j -го компонента, т/год; m_{1kj} – удельный выброс j -го вещества при прогреве ДВС ВАТ k -й группы, г/мин; m_{2kj} – удельные выбросы j -го вещества на холостом ходу работы ДВС ВАТ k -й группы, г/мин; N – количество ВАТ k -й группы с работающими ДВС; T_1 – время прогрева ДВС, мин; T_2 – время работы ДВС на холостом ходу, мин; D – количество дней работы в год.

Передвижным источником загрязнения считается военный автомобиль, эксплуатирующийся по УДС. Суммарный массовый выброс загрязняющих веществ военным автомобилем определяется по зависимости 3:

$$M_{ij} = \sum (m_{1ij} L_{i1} + m_{2ij} L_{i2}) 10^{-6}, \quad (3)$$

где M_{ij} – валовый выброс j -го компонента, т/год; m_{1ij} – пробеговый выброс j -го вещества легковой техникой i -ой группы, г/км; m_{2ij} – пробеговый выброс j -го вещества ВАТ i -й группы, г/км; L_{i1} – суммарный пробег легковой техники, км; L_{i2} – суммарный пробег ВАТ, км.

Данные методы позволяют получить достаточно достоверные показатели количества выбросов загрязняющих веществ от ВАТ при ее эксплуатации в городских условиях.

Таблица 3 – Удельные выбросы токсичных веществ, при прогреве ДВС военных грузовых автомобилей

V _{дв} (л)	Тип ДВС	Удельные выбросы токсичных веществ, г/мин							
		СО		СН		NO _x		SO ₂	
		теплый период	холодный период	теплый период	холодный период	теплый период	холодный период	теплый период	холодный период
До 2,0	Б	5,0	9,1	0,65	1,00	0,05	0,07	0,013	0,016
	Д	1,5	2,4	0,20	0,50	0,40	0,60	0,054	0,065
Свыше 2,0 до 5,0	Б	15,0	28,1	1,50	3,80	0,20	0,30	0,020	0,025
	Д	1,9	3,1	0,30	0,60	0,50	0,70	0,072	0,088
Свыше 5,0 до 8,0	Б	18,0	33,2	2,60	6,60	0,20	0,30	0,028	0,036
	Д	2,8	4,4	0,38	0,80	0,60	0,80	0,090	0,108
Свыше 8,0 до 16,0	Б	18,0	33,2	2,60	6,60	0,20	0,30	0,028	0,036
	Д	3,0	8,2	0,40	1,10	1,00	2,00	0,113	0,136
Свыше 16,0	Д	3,0	8,2	0,40	1,10	1,00	2,00	0,113	0,136

Таблица 4 – Удельные выбросы отработавших газов на холостом ходу работы ДВС ВАТ

V _{дв} (л)	Тип ДВС	Удельные выбросы загрязняющих веществ, г/мин			
		СО	СН	NO _x	SO ₂
До 2,0	Б	4,5	0,40	0,05	0,012
	Д	0,8	0,20	0,16	0,054
Свыше 2,0 до 5,0	Б	10,2	1,70	0,20	0,020
	Д	1,5	0,25	0,50	0,072
Свыше 5,0 до 8,0	Б	13,5	2,20	0,20	0,029
	Д	2,8	0,35	0,60	0,090
Свыше 8,0 до 16,0	Б	13,5	2,90	0,20	0,029
	Д	2,9	0,45	1,00	0,100
Свыше 16,0	Д	2,9	0,45	1,00	0,100



Таблица 5 – Пробеговые выбросы загрязняющих веществ военных грузовых автомобилей

V _{дв} (л)	Тип ДВС	Удельные выбросы токсичных веществ, г/мин							
		СО		СН		NO _x		SO ₂	
		теплый период	холодный период	теплый период	холодный период	теплый период	холодный период	теплый период	холодный период
До 2,0	Б	22,7	28,5	2,8	3,5	0,6	0,6	0,09	0,11
	Д	2,3	2,8	0,6	0,7	2,2	2,2	0,33	0,41
Свыше 2,0 до 5,0	Б	29,7	37,3	5,5	6,9	0,8	0,8	0,15	0,19
	Д	3,5	4,3	0,7	0,8	2,6	2,6	0,39	0,49
Свыше 5,0 до 8,0	Б	47,4	59,3	8,7	10,3	1,0	1,0	0,18	0,22
	Д	5,1	6,2	0,9	1,1	3,5	3,5	0,45	0,56
Свыше 8,0 до 16,0	Б	79,0	98,8	10,2	12,4	1,8	1,8	0,24	0,28
	Д	6,1	7,4	1,0	1,2	4,0	4,0	0,54	0,67
Свыше 16,0	Д	7,5	9,31	1,1	1,3	4,5	4,5	0,78	0,97

Расчет производился с использованием ОНД-86 и программных средств, реализующих ОНД-86, применительно к автотранспортным источникам загрязнений [6].

Б. Определение количества загрязняющих веществ при эксплуатации военной автомобильной техники на аэродромах.

Наибольшее количество вредных веществ выделяется от выхлопных газов при неполном сгорании моторного топлива в ДВС ВАТ. Самыми опасными и токсичными в выхлопных газах являются угарный газ (СО) и оксиды азота (NO_x).

При определении массы выбросов загрязняющих веществ от эксплуатации ВАТ на аэродромах целесообразно использовать формулу 3 расчета для передвижных источников загрязнения (работу спецоборудования также можно отнести к работе двигателя при движении, 1 мото-час работы спецоборудования приравнивается к 25 км пробега).

Кроме того, количественной характеристикой загрязняющих веществ, выделяемых военной автомобильной техникой при эксплуатации на аэродромах, является индекс эмиссии *E_i*. Данный индекс определяет величину массы выбросов (грамм) при сжигании 1 кг моторного топлива. Значения данных индексов [7] приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Индексы эмиссии *E_i* (г/кг)

Вид топлива	Индексы эмиссии <i>E_i</i> , г/кг			
	СО	С _x Н _y	NO _x	Твердые частицы
Бензин	270-380	2-21	11-60	1
Дизельное топливо	10	4	18	5

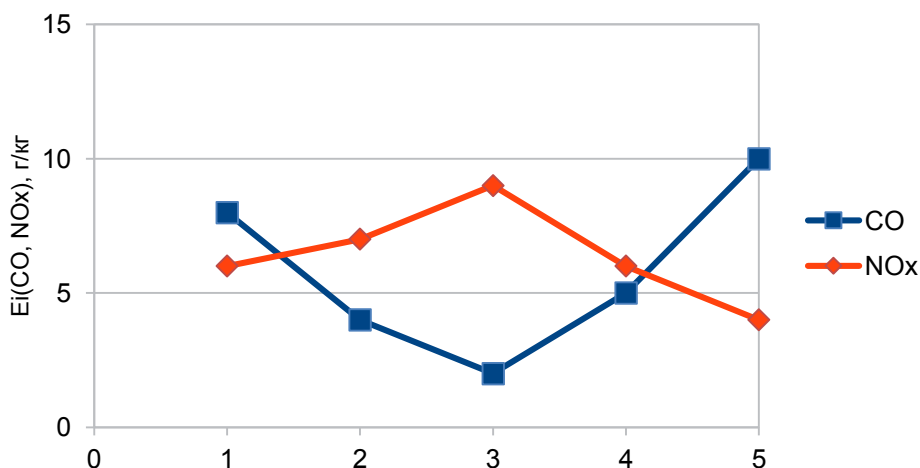
Стоит отметить, что интенсивность выбросов загрязняющих веществ от СНО ОП существенно меняется при различных режимах эксплуатации ДВС. Зависимость количества выбросов некоторых ЗВ от режима работы силовых установок СНО ОП приведена на рисунке 1.

Из графика видно, что с увеличением числа оборотов ДВС количество выбросов угарного газа (СО) снижается, а количество выбросов оксидов азота (NO_x) увеличивается на всех режимах работы ДВС.

В. Определение количества загрязняющих веществ при эксплуатации военной автомобильной техники в автопарках при подготовке ее к применению.

Процесс подготовки ВАТ к применению при размещении ее в закрытых помещениях включает в себя несколько этапов:

- 1) Пуск двигателя (до 30 секунд).
- 2) Прогрев двигателя на оборотах холостого хода (до 5 минут).
- 3) Выезд ВАТ из помещения (до 5 минут).



1 – торможение ВАТ; 2 – снижение скорости ВАТ; 3 – движение с постоянной скоростью на прямом участке; 4 – разгон ВАТ; 5 – холостой ход ДВС ВАТ

Рисунок 1 – Распределение эмиссии на разных режимах работы ДВС ВАТ

При режиме пуска бензиновых двигателей в составе отработавших газов содержатся такие токсичные соединения, как оксид углерода CO (40–60 %), углеводороды CH (до 15 %), оксид азота NO (до 5 %). Выбросы, образуемые при пуске дизельных двигателей, включают в себя оксиды азота NO (до 7 %), углеводороды CH (до 10 %), оксид углерода CO (до 55 %) и сажу (25 %) [8].

При эксплуатации ДВС на холостом ходу в отработавших газах количество токсичных веществ составляет: оксида углерода – 55–70 %, углеводородов – до 10 %, оксида азота – до 20 % [2, 4].

Режим двигателя при первоначальном движении автомобиля характеризуется следующими показателями выброса токсичных веществ в составе отработавших газов: оксида углерода – до 50 % для бензиновых двигателей и до 40 % для дизелей; углеводородов – до 2 % для бензиновых двигателей и до 5 % для дизелей; оксида азота – до 20 % для бензиновых двигателей и до 10 % для дизелей; сажи – до 30 % для дизелей [8].

Выделение отработавших газов в закрытых помещениях образуется в результате «проскока» их при запуске и работе ДВС через неисправную систему выпуска отработавших газов (неплотные соединения выхлопных труб с глушителем и выпускным коллектором, нарушение целостности выхлопных труб и глушителя) при работающей системе отвода и нейтрализации вредных компонентов.

Объем выхлопных газов, выбрасываемых ДВС ВАТ в результате «проскока», определяется по формуле 4:

$$V_{np} = V_{ог} n_i, \quad (4)$$

где $V_{ог}$ – объем отработавших газов одного автомобиля; n_i – число одновременно работающих двигателей.

Степень токсичности отработавших газов π определяем по формуле 5:

$$\pi = \frac{1}{S_{co}} \sum_{i=1}^z W_i Y_i, \quad (5)$$

где W_i – относительная токсичность i -го компонента; γ – массовое содержание i -го компонента в данной массе выхлопных газов; S_{co} – санитарная норма по оксиду углерода.



Если $\pi > 1$, то суммарная токсичность выхлопных газов превышает норму.

Показатели относительной токсичности W основных элементов отработавших газов (за единицу принята степень токсичности оксида углерода) в соответствии с действующими стандартами приведены в таблице 7. Данные таблицы рассчитаны по массовому содержанию (г/м^3) веществ в воздухе [4].

Таблица 7 – Относительная токсичность выхлопных газов

Токсичные компоненты	Предельно допустимое содержание в атмосфере	
	Среднесуточное	Максимальное
Оксид углерода - CO	1,0	1,0
Углеводороды - C_nH_m	1,5	1,2
Оксид азота - NO_x	10,5	20,0
Оксид серы - SO_2	15,0	12,0
Сажа	500,0	25,0

Выброс основных загрязняющих веществ определяется по формуле 6, причем сумма производится по автомобилям k -й группы:

$$M_j = \sum N_i M_{ki} T_{np}, \quad (6)$$

где M_j – валовый выброс j -го компонента, г/мин ; M_{kj} – удельный выброс j -го вещества при прогреве ДВС k -й группы, г/мин ; N_i – количество ВАТ k -й группы с работающими ДВС; T_{np} – время прогрева ДВС, мин. Значения этих показателей при прогреве ДВС приведены в таблице 3.

Выводы. Представленная методика по определению выброса загрязняющих веществ позволяет наиболее полно дать качественную и количественную оценку уровня загрязнения от ВАТ при эксплуатации ее в рассмотренных условиях эксплуатации; разработать технические решения и практические рекомендации по снижению токсичности отработавших газов от ВАТ, которые оказывают негативное влияние на личный состав, обеспечивающий боевую готовность воинских частей и подразделений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технический отчет. Разработка информационного обеспечения подсистем расчета выбросов вредных веществ в атмосферу от автотранспорта системы расчетного мониторинга загрязнения атмосферного воздуха города Воронежа. Воронеж, 2018. 21 с.
2. Томилов А.А. Методика оценки и технического контроля процессов эксплуатации военной техники на экологическое состояние окружающей среды и личный состав / А.А. Томилов, В.С. Логойда // Вестник Военно-воздушной академии / ВУНЦ ВВС «ВВА». Воронеж, 2017. С. 203–209.
3. Гигиенические нормативы: ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. ГН 2.1.6.698 98. 1998. 45 с.
4. ГОСТ Р 52408–2005. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами. М: Изд-во «Стандартов», 2005. Часть 2. 14 с.
5. Батыршин И.З. Основные операции нечеткой логики и их обобщения. Казань: Изд-во «Отечество», 2001. 100 с.
6. Власов А.Б. Об оценке загрязнения атмосферного воздуха городов автотранспортными средствами / А.Б. Власов // Совершенствование наземного обеспечения полетов авиации. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции / ВВАИ. Воронеж, 2013. С. 122–123.



7. Томилов А.А. Оценка состояния экологической обстановки в зависимости от гидрометеорологических условий на аэродроме / А.А. Томилов, В.И. Акселевич, Г.И. Мазуров, В.В. Татаринов // Труды главной геофизической обсерватории им. Воейкова / Изд-во ООО «ДАРТ». Санкт-Петербург, 2015. Вып. 578. С. 192–222.

8. Технические мероприятия по снижению экологического риска для личного состава при подготовке военной автомобильной техники к применению / А.А. Томилов и [др.] // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. Материалы Международной научно-практической конференции / ФГБОУ ВО ВГАУ. Воронеж, 2018. С. 196–203.

REFERENCES

1. Tehnicheskij otchet. Razrabotka informacionnogo obespecheniya podsystem rascheta vybrosov vrednyh veschestv v atmosferu ot avtotransporta sistemy raschetnogo monitoringa zagryazneniya atmosfernogo vozduha goroda Voronezha. Voronezh, 2018. 21 p.

2. Tomilov A.A. Metodika ocenki i tehničeskogo kontrolya processov `ekspluatacii voennoj tehniki na `ekologičeskoe sostoyanie okružhayuschej sredy i lichnyj sostav / A.A. Tomilov, V.S. Logojda // Vestnik Voенno-vozdushnoj akademii / VUNC VVS «VVA». Voronezh, 2017. pp. 203–209.

3. Gigienicheskie normativy: PDK zagryaznyayuschih veschestv v atmosfernom vozduhe naselennyh mest. GN 2.1.6.698 98. 1998. 45 p.

4. GOST R 52408-2005. Dvigateli vnutrennego sgoraniya porshnevye. Vybrosov vrednyh veschestv s otrabotavshimi gazami. M: Izd-vo «Standartov», 2005. Chast' 2. 14 p.

5. Batyrshin I.Z. Osnovnye operacii nechetkoj logiki i ih obobscheniya. Kazan': Izd-vo «Otechestvo», 2001. 100 p.

6. Vlasov A.B. Ob ocenke zagryazneniya atmosfernogo vozduha gorodov avtotransportnymi sredstvami / A.B. Vlasov // Sovershenstvovanie nazemnogo obespecheniya poletov aviacii. Sbornik materialov Vserossijskoj nauchno-praktičeskoj konferencii / VVAI. Voronezh, 2013. pp. 122–123.

7. Tomilov A.A. Ocenka sostoyaniya `ekologičeskoj obstanovki v zavisimosti ot gidrometeorologičeskikh uslovij na a`erodrome / A.A. Tomilov, V.I. Akselevich, G.I. Mazurov, V.V. Tatarinov // Trudy glavnoj geofizičeskoj observatorii im. Voejkova / Izd-vo ООО «ДАРТ». Sankt-Peterburg, 2015. Vyp. 578. pp. 192–222.

8. Tehnicheskije meropriyatiya po snizheniyu `ekologičeskogo riska dlya lichnogo sostava pri podgotovke voennoj avtomobil'noj tehniki k primeneniyu / A.A. Tomilov i [dr.] // Nauka i obrazovanie na sovremennom `etape razvitiya: opyt, problemy i puti ih resheniya. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoj konferencii / FGBOU VO VGAU. Voronezh, 2018. pp. 196–203.

© Томилов А.А., Ломовских А.Е., Германович А.С., 2020

Томилов Александр Анатольевич, кандидат военных наук, профессор, профессор кафедры автомобильной подготовки, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А.

Ломовских Александр Егорович, кандидат технических наук, доцент кафедры автомобильной подготовки, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А, lomovskih1979@yandex.ru.

Германович Александр Семенович, доцент, преподаватель кафедры автомобильной подготовки, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А.