**Шевцов, Владимир Иванович. Методы и модели диагностирования технического состояния пожарных и аварийно-спасательных машин : диссертация ... кандидата технических наук : 05.13.01 / Шевцов Владимир Иванович; [Место защиты: С.-Петерб. гос. ун-т ГПС МЧС России].- Санкт-Петербург, 2012.- 145 с.: ил. РГБ ОД, 61 12-5/3409**

**МЧС России**

На правах рукописи



**Санкт-Петербургский университет /\*** 1590095403 \*/ **Государственной противопожарной службы**

04201201148

**ШЕВЦОВ Владимир Иванович /\*** 1590095403 \*/

**«МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЖАРНЫХ И АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ МАШИН»**

**Специальность: 05.13.01 - системный анализ, управление и обработка информации (промышленность)**

Диссертация па соискание ученой степени

кандидата технических наук /\* 1590095403 \*/

Научный руководитель - кандидат технических наук, доцент Архипов Г.Ф.

**Санкт-Петербург - 2012 /\*** 1590095403 \*/

\ > Оглавление •/\* 1590095445 \*/ • \ ■'

' введение..! I

і / і ' \* , \* i \* / *1* і \ / *t / \*

1 % \

’глава і. общие требования к машинам и 2

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОЖАРНЫХ И АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ МАШИН 9

1. Основные понятия и общие требования к пожарным и аварийно- спасательным машинам 9

' ~ ч *' ~ S '* ' ' ‘ ч ' \* ч *, ' ' к* ~ ч / \* 4 ' " ч ' " Ч

1. Йринципы классификации и индексации специальных машин. '../.14'.

I I 1 I ' VI | \ /1|“( 1 f 1 і

1. Системы -управления-.  18
2. Основные положения автоматизации систем управления пожарных и

«

аварийно-спасательных машин 20

1. Основные положения по техническому обслуживанию и ремонту пожарных и аварийно-спасательных машин 25
2. Особенности прогнозирования технического состояния пожарных и - ■

I . /

I 4/1 1 / 1 I V 1 1 I % / I

' аварийно-спасательных машин : .... : : ; л...: 31

4,4x1, Ч/ \/Ч/ч/чУЧ/ЧУ/ Ч ,

Выводы по первой главе 48

ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ 51

1. Структуры и показатели систем диагностирования 51

2.2. Характеристика Средств диагностирования. 65

**1 і «** *‘* **\* і 14**

. „ - . , . ч *j*

1. Характеристика человека-оператога. 1 ***13***

*<* **Г/ «** *Же і* **• • / JT i JT і/ ч , \ ,**

*\ \* •

Ч / Ч, / / Ч/Ч/ Ч/ Ч / Ч /

\_ ь ^ - 4 ^ ^ I - . - ь / - W

1. Методика обоснования критериев и задач организации системы

диагностирования 78

Выводы по второй главе 99

ГЛАВА 3. ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ТЕХНИЧЕСКОГО . СОСТОЯНИЯ ПОЖАРНЫХ И АВАРИЙНО-СЛАСАТЕЛЬНЬІХ

% 4 / I ' ' ' 4 , , /ч ' / s ' s

МАШИН:...; J ; .....104

**і** *~ • t* **1 і ' 1 і » ^ ' і**

/ ■ ' \* / , j'%,

\* V %

‘-ЗЛ Способы построения диагностических Моделей технического состояния пожарных и аварийно-спасательных машин 104

1. [Процедура и методы анализа диагностических моделей 111](#bookmark27)

313 Алгоритм диагностирования пожарных и аварийно-спасательных'.

*> \* \** ' і , \* / • *t* » • • / • '

*S f*

[і Ч](#bookmark5)

' машин и единицы деятельности человека-оператора; ... **!.Л1б**

1. [Алгоритм вычисления показателей, характеризующих деятельность человека-оператора при диагностировании 121](#bookmark32)
2. [Определение показателей, характеризующих деятельность человека- оператора при диагностировании специальной техники 123](#bookmark33)

*/ \ \* \* ^ , \* ' ч / 4 /\/ч

Выводы ііо третьей главе.:..- '...і .-.127 \*

**■ і і , \* ' і і** *1 • ~,* **\*** *•* **• •**

заключение. : .із 2

[**СМИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ: 135**](#bookmark35)







**ІШКДЕНИЕ**

f і I ■ її її і

.. Актуальность.,' т&мы исследования. Обеспечение пожарной ' безопасности является одной из важнейших функций государства. Нормативное правовое регулирование вопросов пожарной безопасности, а также организации деятельности пожарной охраны осуществляется законодательством Российской Федерации о пожарной безопасности,

4 г — — — \*■» г — — — -» г — — - / - - - -4 *г — — —*

*0* ч *0* ч *0* ч *0* ч ' ч

которое основывается на Конституции Российской Федерации и включает в

- к ” 4 - к ” 4 - к"4 - к"4 - ^ к"4

X > t \ \ \ \*

себя. Федеральный/закон от 21 декабре 1994 г. №.69-ФЗ «О пожарной безопасности» [1Ь принимаемые в соответствии с ним федеральные законы и иные нормативные правовые акты, а также законы и иные нормативные правовые акты субъектов Российской Федерации, муниципальные правовые акты.

Развитие конкурентоспособной рыночной экономики на,шей страны

■ \_ ■ \_ ■ \_ ■ \_ ■ \_ к % к \*\*■ - *V "* - к ' - ^ к \*\*

требует повышения технического уровня пожарйой и .аварийно-спасательной

/ Ч ✓ / Ч / / ч / / Ч / / ч

техники и уровня ее эксплуатации. Повышение технического уровня пожарных автомобилей, используемых при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, решается по следующим основным направлениям:

* **создание машин и оборудования с улучшенными технико-**

экономическими параметрами, высокой-надежности-и качества; - -, •---

1\*111 ✓ 1 ✓ 1 \* 1 \* 1 у 1

“ применение при создании тювых^ машин й<оборудования блочно-

*t \** / Г *f і* і і і і

\ \ \ \ \

4 / / 4 / / 4 / / *\ У t* 4 / /

модульного принципа проектирования с использованием унифицированных узлов и агрегатов; /\* 1590095450 \*/

повышение мощности выпускаемых машин, степени их универсальности, а также перевод на специальные шасси и расширение номенклатуры сменных рабочих органов; /\* 1590095450 \*/

Ч ' % *0 Ч 0 \ 0 \*

I • I I I

; -" \ ~ внедрение дистанционных Листом управления; /\* 1590095450 >\*-/\

*} • і і it* г І і I

' - -' - снижение трудоемкости технического обслуживания и ремонта Машин;

* создание комфортных условий для обслуживающего персонала путем повышения безопасности и улучшения показателей эргономики [6].

От руководителя и организатора современного процесса эксплуатации

**4**

пожарной и аварийно-спасательной техники требуются знания принципов действия и устройства пожарных машин и оборудования, факторов, влияющих на их производительность и качество выполняемых работ, а также основ рационального выбора и правильной эксплуатации машин [3].

Все пожарные машины должны обладать высокой надежностью, а также иметь хорошую ремонтопригодность и сохраняемость И- **Общеизвестно, что под надежностью понимается общее свойство машины,**

обусловленное ее безотказностью и долговечностью, где безотказность - это

\* ?

свойство машины непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки без вынужденных перерывов, а долговечность - это свойство машины сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта [9]. /\* 1590095453 \*/

! 1од ремонтопригодностью следует понимать приспособленность машины к предупреждению, обнаружению и устранению отказов и неисправности проведением технического обслуживания и ремонта. Под сохраняемостью следует понимать свойство машины сохранять исправное и работоспособное состояние в течение и после срока хранения и

транспортирования. /\* 1590095453 \*/

Особое значение в повышении уровня технической готовности пожарных и аварийно-спасательных машин имеет обоснованная организация системы их диагностирования, которая должна базироваться на

; I

диагностических моделях, учитывающих специфику использования

специальной техники [10]. /\* 1590095453 \*/

**Целью настоящего диссертационного исследования является** повышение уровня технической готовности пожарной и аварийно- спасательной техники на основе научно-обоснованных методов и моделей диагностирования их технического состояния. /\* 1590095453 \*/

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих научных задач: /\* 1590095453 \*/

* проведение системного анализа опыта эксплуатации пожарных и аварийно-спасательных машин; /\* 1590095456 \*/
* определение специфических факторов диагностирования пожарной и аварийно-спасательной техники в условиях эксплуатации; /\* 1590095456 \*/
* обоснование структуры, характеристики показателей системы диагностирования; /\* 1590095456 \*/
* разработка диагностических моделей пожарной и аварийно- спасательной техники; /\* 1590095456 \*/
* разработка методики обоснования задач и критериев организации системы технического диагностирования. /\* 1590095456 \*/

**Объект исследования** - пожарная и аварийно-спасательная техника.

**Предмет исследования** - система диагностирования пожарных и аварийно-спасательных машин. /\* 1590095456 \*/

**R** качестве **методологической основы** проведенного исследования взят системный подход, заключающийся в комплексном рассмотрении основных факторов, влияющих на техническую готовность специальной техники, в том числе и специфики человеческого звена. /\* 1590095456 \*/

**Теоретической основой** исследования являются методы и модели теории вероятностей, теории марковских процессов, дифференциальных уравнений, математической статистики, теории графов. /\* 1590095456 \*/

**Основные научные результаты и их новизна:** /\* 1590095456 \*/

1. Диагностические модели технического состояния пожарных и аварийно-спасательных машин. Новизна данного результата заключается в комплексном рассмотрении способов и процедур диагностики с учетом іехнпчсской и эргатической составляющих диагностической системы «человек-техника». /\* 1590095456 \*/
2. Показатели деятельности человека-оператора в процессе диагностирования пожарных и аварийно-спасательных машин. Новизна данного результата заключается в обосновании требуемых для решения задач диагностики характеристик человека-оператора и разработке алгоритмов

6

N / */* Ч */ / \ S* / Ч / / ЧУ /

количественной оценки эффективности деятельности человека в процессе выполнения диагностических процедур. /\* 1590095459 \*/

3. Прогноз дальнейшего развития системы диагностирования. Новизна данного результата заключается в разработке методов прогнозного анализа диагностических моделей и проверки достоверности прогноза ранговым

' \ ' ч ' ч и ' ч

і і і і I

лгстбдом. /\* 1590095459 \*/ L - . ***I - ■>***

ч \* \ \ % \ \ i

*it ft* і I I I II

^4; Методика обоснования - критериев и задач'Организации'системы диагностирования пожарных и аварийно-спасательных машин. Научная новизна данного результата заключается в том, что каждой конкретной задаче ставится соответствующей ей критерий, позволяющий количественно

оцепить эффективность ее решения. /\* 1590095459 \*/

— , - s „ - ч ' — „ - „ — , - %

Теоретическое значение полученных результатов заключается в том,

^ ^ . у ^ % .у U Г ^ I/ N . /» I/ N -

s ч \* ч \* ч *У* ч *у*

чтс>‘диагностический модели, показаїели деятельности человеки-оператора в процессе реализации диагностических процедур и методы прогнозного анализа носят общенаучный характер и могут быть использованы для более широкого класса специальных систем. /\* 1590095459 \*/

Практическая значимость диссертационного исследования заключается в доведении теоретических выводов до конкретного

1 \_ Xі- У\*. X ' .

- и 4 - *V* х *V* 4 - *V* 4

**инженерного результата, разработке! рекомендаций по созданию,**

Ч */* / Ч ✓ / Ч / */ К* ✓ / V / /

V • ч и ч . ч ^ s . ч ^ \_ ч ч . ч

функционированию и развитию системы диагностирования технического состояния пожарных и аварийно-спасательных машин. /\* 1590095459 \*/

Достоверность основных положений и выводов заключается в корректном применении современного математического аппарата, экспериментальной- -проверке- разработанных - теоретических- -результатов и -

I I I I

' \* ' “ ' ‘ " ' -

сходимости количественных Показателей, полученных в работе/с опытом

*ft* | I | І її II

\ Ч Ч Ч Ч

/ *\ / г \ /* / ч / у ч */* ✓ ч

эксплуатации специальных систем. /\* 1590095459 \*/

На защиту выносятся: /\* 1590095459 \*/

1. Диагностические модели технического состояния пожарных и аварийно спасательных машин; /\* 1590095459 \*/

2.. Показатели деятельности человска-оператора в,процессе выполнения

' ч ' ч ' Ч ' Ч ' Ч

І і а в і

I I I I I

✓ *-І* \_ 1 \_ 1 \_

- ' *V* s - 4 - *fV* 4 - к •» . ' к '

**диагностических процедур и алгоритмы • количественной1 оценки ее эффективности; /\* 1590095462 \*/**

1. Методика обоснования критериев и задач организации системы диагностирования специальной техники. /\* **1590095462** \*/

**Реализация и апробация научных исследований. /\* 1590095462 \*/** Основные положения диссертационного исследования внедрены в

' ' ' ' ' ' ' Г ч ' 4 ' Ч

**\*** *'* **1 # 1 1 /** *‘* **\* I \*** *\** **4**

практическую ■ ' деятельность; • Государственного***,I*** учреждения ■

• / ' » • 1 > г I ' • г , ' >

«Производственно-технический' центр -' федеральной ' противопожарной ' службы Северо-Западного регионального центра по делам гражданской обороны» чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствии». Используются в учебном процессе Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России.

> ' ' ч *' ' ' ' s '* ' ' , ' ' , ' ' ч *г '* 4 *\* "* ч ' "\* ч

Основные положения диссертации получили апробацию в тематических

і ■ v ” ' I/ “ 4 1 - ^ *f* '\i • • k ” s *v ~*

і I | ' ' 1 I ' ' 1 і 4 , • Iе г '

выступлениях' аяторз1 ,на/ IV-on\ Международной научнр-пракгической конференции «Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы», Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России (17 ноября 2011 г. СПб); Научно-практической конференции «Молодые ученые о системе обеспечения безопасности в условиях природных и техногенных чрезвычайных ситуаций в первой половине ХХГ века», Санкт-Петербургский; университет ГПС МЧС России\* (\7

*г 1* і % *{ '* Iі ' и “ ' к - ' \* - *■\*'* / ' • Ч f

октября 201 Г-г. СПб); VI Международной научно-практической конференции

*1* ч \

, ' / Чу

\_ \_ \_ \_ „ */* w „ 4 - 4 w % I . . . і

«Подготовка кадров в системе предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций», Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России (17 октября 2011 г. СПб). Кроме этого, результаты исследования изложены в научных публикациях автора. /\* 1590095462 \*/

**Структура диссертации.** Диссертация состоит из введения,. трех- глав,..

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Постоянное совершенствование пожарных и аварийно-спасательных машин, повышенная интенсивность и продолжительность их применения и использования требуют широкого внедрения современных научных методов эксплуатации специальной техники. В настоящее время все большее

, ■ Ч / " ч / " ч *'* ' / \_ ч ' " ч , ' ' , ' ” s , “ '

' распространение поЛучаїрт методы ^ теории ; технической диагностики и

***і ~*** і і і і ' ‘ і і ***\* ' \* ' ~ .***

/прогнозирования состояния элементов специальных систем. Для успешного применения научных методов необходимо уметь грамотно собирать, обрабатывать и анализировать статистические данные, получаемые в процессе эксплуатации пожарной и аварийно-спасательной техники. /\* 1590095840 \*/

Основополагающие фундаментальные теоретические и прикладные

достижения по исследованию и разработке моделей, методов и алгоритмов/

. L - , I - . . / ' . , ***\***

**технического Диагностирования .представлены в;, работах отечественных, и** зарубежных ученых Д.В. Гаскарова, Г.Л. Голинкевича, В.Д. Кудрицкого П.И, Чипаева. П.ГІ. Пархоменко, Л.З. Мозгалевского, И.С. Согомоняиа, В.А. Прохоренко, А.Н. Смирнова, И.А. Биргера, И.М Синдеева, А.С. Сердакова, Г1.И. Кузнецова, М.А. Ястребенецкого, В.И. Сагупова, Г. Чжена, Е. Мэннинга, Г.\* Метца, Р. Барлоу, Ф. Прошапа, Д.-Г, Евланова, К.Б. Карапдеева,

ч ' ’ 'г 1 " , ' ' I ' *\** • '

II ✓ J J '

В.М. і Валькова,- В’А. ! Игнатова, И.А, Ушакова, Г.В, Дружинина, А'.С.

\*/<<• і <• / *\* ' >* . < *і* ' •

I V 1 \

Касаткина, Г.Г. Галустова. /\* 1590095В40 \*/

Анализ литературных источников показывает, что в настоящее время в России и за рубежом создано большое количество систем диагностирования различного назначения, но пока еще отсутствуют публикации, содержащие рекомендации по последовательности и объему действий для решения задач ***■*** диагностики пожарных и аварийно-спасательных машин.1-/\* 1590095840 \*/ / ***•***

і, % / і , - ^ ( і , і , > чі, \ /|

'.' '.В х выполненном диссертационном ' исследовании ' .осуществлено '

теоретическое обобщение материалов научных исследований в области диагностирования и прогнозирования технического состояния специальной техники. На основе выявленных противоречий сформулирована научная задача диссертационного исследования - повышение уровня технической

> ' ч '' s ; ■ ■' ; ■ ■ ■ \* ' \* , - ', ' ' ч

1 *і* . • *<* —. . С . , I ■

**' чУ**

готовности пожарных и аварийно-спасательных машин.путем обоснования

**» '** *> • '* **'** *>* **, »** *»* **•** *<* **і • ■ / і**

ч *\** ч ч

ч ' ч , ч ^ ; ч, ^ ч , чу ч ' ч ' ч , ч ^ /

организации системы диагностирования и разработки диагностических моделей технического состояния специальных систем. /\* 1590095843 \*/

Для достижения цели диссертационного исследования по обоснованию организации системы диагностирования специальной техники были решены научные задачи: осуществлен системный анализ опыта эксплуатации

' ' ' ' ' ' ' ' ' ' ' ' ' ' ' ' ' ' ' ‘ / ' ' ч ' ' ' ' '

' 1 ' *\** ’ ' ' , */~* I ' • ' • I

специальных систем; выявлены особенность диагностирования пожарных и

г”, • I • I 1 ' 1 I > / • I ' |

/ *( ' I ' >* 1 ' ' *> > 1* ' *I ,*

'аварийно-спасательных машин;'обоснована структура и-показатели систем диагностирования; разработана характеристика специальной техники как объекта диагностирования и характеристика средств диагностирования; разработана методика обоснования критериев и задач организации системы диагностирования. /\* 1590095843 \*/

При разработке дидактических моделей технического состояния

*' 9 У і*

, 1 г I I ' ' • . ' ' • г '

пожарных и аварийно-спасательных машин были решены научные задачи: обоснованы способы построения диагностических моделей технического состояния специальных систем; разработаны процедура и методы анализа диагностических моделей; обоснована характеристика методов диагностирования; осуществлена оценка эффективности специальных систем «человек-техника».."/\* 159009584Ї '' ■ '"

s \* і *'* г *' , '* \ j \* ч '

1 Iі 1 k " ' I- ~ ' I - */* 1 ■ \ J *1 ‘ f*

При / обосновании '.показателей, / характеризующих деятельность

Ч Ч

' / Ч, % / ч / ч, Чв /# ч , ч,ч

человека-оператора при диагностировании, решены научные задачи: обоснована характеристика человека-оператора; разработаны алгоритмы диагностирования специатьных систем и единицы деятельности человека- оператора; разработан алгоритм вычисления показателей, характеризующих деятельность человека-оператора. /\* 1590095843 \*/

і *'* ■ її

• \* 1 / 1 ' і • ' > , , ' 1

\ 'Новизна, выполненного диссертационного исследование заключается в

і • / *і / \ ,* і j

V 1 У »

том, что на основе глубокого анализа технического состояния'пожарных и аварийно-спасательных машин спрогнозировано дальнейшее развитие организации системы диагностирования, по - новому обосновано определение показателей, характеризующих деятельность человека-оператора при

диагностировании; впервые разработаны методы анализа диагностических моделей технического состояния специальной техники. /\* 1590095846 \*/

Практическая значимость диссертационного исследования заключается в выработке практических рекомендаций по созданию, функционированию и развитию организации системы диагностирования .технического состояния

і і і і і

і і і і

специальной техники., /\* 1590095.846 ■\*/. \*' \ \

I і I II II II

\ \ Ч Ч Ч

Достоверность и обоснованность ' ' результатов ' исследования обеспечивались комплексностью использования научных методов

исследования, экспериментальной проверкой научной гипотезы и

разработанных теоретических положений, корректным применением методов обработки эмпирических данных. /\* 1590095846 \*/

' - ч Г " \* X Г ' ■ ч ' *' ~ \ ~ ,*

I I I I I

. .'Полученные научньїе результаты соответствуют цёлц диссертационндго

ч ' % \* \ 1 \

исследования и обеспечивают научно обоснованные,технические решения,- внедрение которых вносит определенный вклад в повышение технической готовности пожарной и аварийно-спасательной техники. /\* 1590095846 \*/

В выполненном диссертационном исследовании решена научная задача, заключающаяся в повышении уровня технической готовности пожарных и аварийно-спасательных машин путем обоснования организации

\_ ^ ^ \ \_ Л ^ Ч я / у V в ^ \ \_ «\*■ ^ ч

ч \ \* I % I % І \ t

системы; диагностирования и разработки диагностических моделей

v ч „ ч ^ ч „ % ^ ч^ ч ^ ч ^ s ^ ч „

технического состояния специальных систем, что имеет важное хозяйственное значение. /\* 1590095846 \*/