ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ УНПК

Научно-технический журнал

Издается с 2003 года

Выходит четыре раза в год

№ 2(33) 2011

Апрель-Июнь

Мир транспорта и технологических машин

Учредитель – федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс» (Госуниверситет-УНПК)

Редакционный совет:
Голенков В.А. *д-р техн. наук, проф., председатель*
Радченко С.Ю. *д-р техн. наук, проф., зам. председателя*
Борзенков М.И. *канд. техн. наук, доц*
Астафичев П.А. *д-р юр. наук, проф.*
Иванова Т.Н. *д-р техн. наук, проф.*
Колчунов В.И. *д-р техн. наук, проф.*
Константинов И.С. *д-р техн. наук, проф.*
Новиков А.Н. *д-р техн. наук, проф.*
Попова Л.В. *д-р экон. наук, проф.*
Степанов Ю.С. *д-р техн. наук, проф.*

Главный редактор:
Новиков А.Н. *д-р техн. наук, проф.*
Зам. главного редактора:
Катунин А.А. *канд. техн. наук*

Редколлегия:
Агуреев И.Е. *д-р техн. наук, проф.*
Бондаренко Е.В. *д-р техн. наук, проф.*
Глаголев С.Н. *д-р экон. наук, проф.*
Дидманидзе О.Н. *д-р техн. наук, проф.*
Корчагин В.А. *д-р техн. наук, проф.*
Лапин А.П. *д-р техн. наук, проф.*
Пучин Е.А. *д-р техн. наук, проф.*
Ременцов А.Н. *д-р пед. наук, проф.*
Родионов Ю.В. *д-р техн. наук, проф.*
Демич М *д-р техн. наук, проф.*
Ушаков Л.С. *д-р техн. наук, проф.*

Ответственный за выпуск:
Акимочкина И.В.

Адрес редколлегии:
302030, г. Орел, ул. Московская, 77
(4862) 73-43-50
www.ostu.ru
E-mail: sirm@ostu.ru, srmostu@mail.ru

Зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций.
Свидетельство: ПИ № ФС77-35717 от 24.03.2009г.

Подписной индекс: **16376**
по объединенному каталогу «**Пресса России**»

© Госуниверситет-УНПК, 2011

Содержание

Эксплуатация, ремонт, восстановление

Э. Р. Домке, С. А. Жесткова **Вероятностная модель торможения колесной машины** 1

А. А. Катунин, А. Н. Новиков, М. Д. Тебекин **Гидравлический привод стенда для испытания элементов передней подвески легковых автомобилей** 6

А. А. Гончаров, П. А. Гончаров, А. Н. Мельников, А. М. Федотов **Использование положений теории распознавания образа при оценке технического состояния электронных систем управления двигателем** 9

В. А. Мигачев, Ю. В. Родионов, М. Ю. Обшивалкин **Критерии оценки эффективности подвижного состава автомобильного транспорта** 17

Ю. Н. Ризаева, Т. В. Корчагина, А. И. Папонова **Модель поиска эффективного функционирования автотранспортной социоприродоэкономической системы** ... 23

С. П. Баженов, Е. В. Толстых **Проблема повышения эксплуатационной надежности специализированной автотранспортной техники** 29

И. М. Чепикова **Самоприспосабливающиеся технологические системы при обработке нежестких валов транспортных средств** 39

Р.И. Альмеев, А.С. Денисов **Теоретический анализ влияния теплового режима на ресурс подшипников коленчатого вала** 42

И. Г. Иванов **Теоретическое обоснование влияния факторов на герметичность манжетного уплотнения** 51

В. В. Зеленцов, Е. Е. Коробко **Установка для испытаний отремонтированных масляных насосов автомобильных ДВС** 60

Технологические машины

Е. В. Брума, В. А. Гордон, Т. В. Потураева **Динамические догружения при внезапном изменении внутренней структуры балки** 65

Д. Я. Антипин, В. В. Кобищанов, М. В. Мануева **Динамическая нагруженность рамы вагона-платформы для перевозки крупнотоннажных контейнеров и автопоездов** 71

О. А. Лускань **Обоснование выбора транспортных характеристик штучных грузов при перемещении на импульсных роликовых конвейерах** 76

М. А. Бурнашов, С. Д. Усмонов **Определение параметров гидроструйной очистки при использовании сопел различного внутреннего профиля** 81

В. М. Земсков, Н. В. Краснолудский **Производство работ при бестраншейной прокладке коммуникаций установкой вибрационного горизонтального прокола** 85

Р. А. Кобзев **Структурная оптимизация пространственных крановых металлоконструкций варьированием длинами входящих стержней и точками их закрепления** 95

А. В. Горин, Д. Н. Ешуткин **Структурный анализ и синтез статико-динамических машин для бестраншейного строительства трубопроводов на основе гидравлического импульсного следящего привода** 100

Безопасность движения и автомобильные перевозки

В. А. Корчагин, П. А. Пегин **Влияние эффекта солнечного ослепления водителя на производительность автомобиля** 103

Н. В. Якунина **Критерии определения структуры подвижного состава городского пассажирского транспорта** 110

Д. А. Дрючин, А. Ф. Фаттахова **Методика оптимизации структуры и расписания работы автобусного парка на пригородных сезонных маршрутах по технико-экономическим критериям** 118

Р. А. Липов **Построение дерева свойств в задаче оценивания качества услуг по перевозке пассажиров автомобильным транспортом** 126

О. В. Сорокина, Ю. В. Сорокина **Применение методов группировки чисел (объектов) в управлении транспортными потоками** 137

Вопросы экологии

А. А. Жосан, А. А. Курочкин, Ю. Н. Рыжов **Альтернативные биотоплива для двигателей внутреннего сгорания** 145

А. П. Латин, Р. Р. Садыков **Технологические и эргономические факторы безопасности труда работников при ТО и ремонте автомобилей** 148

М. М. Макаров, П. А. Кураков **Экспериментальные исследования процесса механического измельчения автомобильных покрышек** 151

Журнал входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, определенных ВАК, для публикации трудов на соискание ученых степеней

№2(33)2011 (апрель-июнь) Эксплуатация, ремонт, восстановление

The scholarly journal

A quarterly review

№ 2(33) 2011

April - June

World of transport and technological machinery

Founder - Federal State Institution
higher education
"State University – Education-Scientific-Production Complex "
(State University-ESPC)

Editorial Council:
V.A. Golenkov *.Doc.Eng., Prof.*
S.Y. Radchenko *Doc.Eng., Prof.*
Vice-Chairman
M.I. Borzenkov *Can.Eng., Prof.*
P.A. Astafichev, *Doc.Law., Prof.*
T.N. Ivanova, *Doc.Eng., Prof.*
V.I. Kolchunov *Doc.Eng., Prof.*
I.S. Konstantinov *Doc.Eng., Prof*
A.N. Novikov *Doc.Eng., Prof*
L.I. Popova *Doc.Ec., Prof.*
Y.S. Stepanov *Doc.Eng., Prof.*

Editor-in-Chief
Novikov A.N. *Doc.Eng., Prof*
Editor-in-Chief Assistants
Katunin A.A. *Can.Eng.*

Editorial Board:
I.E. Agureyev *Doc.Eng., Prof.*
E.V. Bondarenko *Doc.Eng, Prof.*
S.N. Glagolev *Doc.Ec., Prof.*
O.N. Didmanidze *Doc.Eng, Prof.*
V.A. Korchagin *Doc.Eng, Prof.*
A.P. Lapin *Doc.Eng., Prof.*
E.A. Puchin *Doc.Eng., Prof.*
A.N. Rementsov *Doc.Ped., Prof.*
Y.V. Rodionov *Doc.Eng., Prof.*
S.P. Sazonov *Can.Eng., Prof.*
L.S. Ushakov *Doc.Eng., Prof.*

Person in charge for publication:
I.V. Akimochkina

Editorial Board Address:
302020, Orel, Moskovskaya Str, 77
(4862) 73-43-50
www.ostu.ru
E-mail: sirm@ostu.ru, srmostu@mail.ru

The journal is registered at the Federal Department for Mass Communication Supervision
Registration Certificate
ПИ № ФС77- 35717 of March 24 2009

Subscription index: **16376**
in a union catalog **"The Press of Russia"**

© State University-ESPC, 2011

Contents

Operation, Repair, Restoration

E. R. Domke, S. A. Zhestkova **Probabilistic model brakes wheeled vehicles** 1
A. A. Katunin, A. N. Novikov, M. D. Tebekin **Hydraulic drive stand for testing the elements front suspension cars** 6
A. A. Goncharov, P. I. Goncharov, A. N. Melnikov, A. M. Fedotov **Use of the theory of recognition images in the assessment of technical condition electronic engine control systems** 9
V. A. Migachev, U. V. Rodionov, M. U. Obshivalkin **Performance criteria rolling road transport** 17
U. N. Rizaeva, T. B. Korchagin, A. I. Paponova **Model search for effective functioning motor systems sotsioprirodoekonomicheskoy** 23
S. P. Bazhenov, E. V. Tolstih **The problem of improving operational reliability specialized motor equipment** 29
I. M. Chepikova **Self-adaptive technology system for handling nonrigid shaft vehicles** 39
R. I. Almeev, A. S. Denisov **Theoretical analysis of influence of the thermal regime to crankshaft bearing life** 42
I. G. Ivanov **Theoretical basis of influence factors on resistance lip seal** 51
V. V. Zelentsov, E. E. Korobko **The testing renovated oil pump motor ice** 60

Technological Machinery

E. V. Broome, V. A. Gordon, T. V. Poturaeva **Dynamic additional loading with the sudden change in the internal structure of beams** 65
D. Y. Antipin, V. V. Kobischanov, M. V. Anueva **Dynamic loading frames wagons for the carriage of heavy containers and combinations** 71
O. A. Luskan **Rationale for selection of characteristics piece goods when you move the pulse ro-faces conveyor** 76
M. A. Burnashev, S. D. Usmonov **Defining the parameters of treating hydro the use of various sopel internal profile** 81
V. M. Zemskov, N. V. Krasnoludsky **Production work at trenchless communications installation vibration horizontal punctures** 85
R. A. Kobzev **Structural optimization space crane metallic variation lengths of rods and their marks recognized** 95
A. V. Gorin, D. N. Eshutkin **Structural analysis and synthesis static-dynamic machine trenchless onstruction pipeline based hydraulic impulse servo drift** 100

Road safety and road transport

V. A. Korchagin, P. A. Pegin **Effect of solar discomfort driver in performance car** 103
N. V. Yakunina **Criteria for determining the structure of rolling stock of urban passenger transport** 110
D. A. Dryuchin, A. F. Fattakhova **Method of optimization of the structure and schedulework at suburban bus fleet seasonal routes for Techno-economic criteria** 118
R. A. Lipov **Construction of wood properties in the problem of evaluation quality of service on the carriage of passengers road** 126
O. V. Sorokina, U. V. Sorokina **application of groups of numbers (objects) in transport management** 137

Ecological Problems

A. A. Josan, A. A. Kurochkin, U. N. Ryzhov **Biofuel alternative to engine combustion** 145
A. P. Lapin, R. R. Sadykov **technological and ergonomic factors security employees in mot and car repairs** 148
M. M. Makarov, P. A. Kurakov **experimental study of mechanical grinding tires** 151

Journal is included into the list of the Higher Examination Board for publishing the results of thesises for competition the academic degrees.

УДК 629.3.02-592

Э. Р. ДОМКЕ, С. А. ЖЕСТКОВА

ВЕРОЯТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ ТОРМОЖЕНИЯ КОЛЕСНОЙ МАШИНЫ

Предложена вероятностная модель торможения колесной машины на основе Марковского ветвящегося процесса. Получена система обыкновенных дифференциальных уравнений, которая при помощи аппарата производящих функций сведена к линейному уравнению первого порядка в частных производных. Получено аналитическое решение для закона распределения системы случайных величин скорости при торможении.

Ключевые слова: *колесная машина, скорость, торможение, Марковский процесс, производящая функция, закон распределения*

Введение

В настоящее время интенсивно ведутся исследования по оценке параметров торможения колесной машины. В основном преобладают детерминистические модели торможения, базирующие на решении уравнений силового баланса [1], которые сводятся к решению обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. В связи с созданием бортовых систем диагностики тормозных систем [2] актуальным направлением является разработка и создание стохастических моделей торможения колесной машины, которые являются более адекватными при проведении экспертиз дорожно-транспортных происшествий. В настоящее время стохастические модели отсутствуют. Перспективным направлением создания таких моделей является Марковский анализ [3].

Постановка задачи.

Расчетная схема для построения Марковского процесса торможения колесной машины показана на рисунке 1. Путь торможения s разделим на элементарные участки Δs_1, Δs_2, …, Δs_n. На отдельно взятом участке Δs_i в момент времени t скорость колесной машины v_i является величиной случайной $\mu_i(t) = v_i$ $(i = 1,2,...,n)$ и может принимать только целочисленные значения 0,1,2, … . Процесс торможения колесной

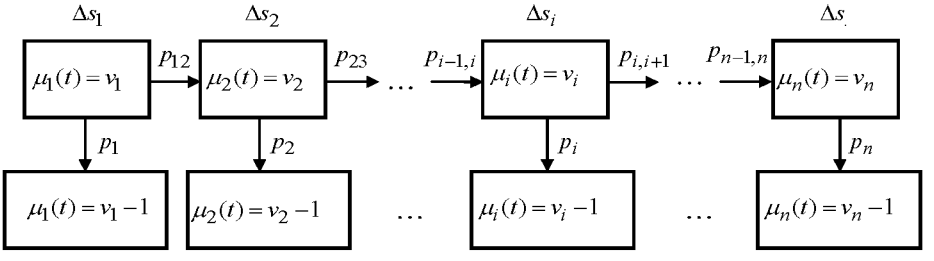


Рисунок 1 – Расчетная схема торможения колесной машины

машины на участке Δs_i в момент времени t моделируется следующим образом. За время Δt $(\Delta t \to 0)$ с переходной вероятностью $p_i = \beta_i v_i \Delta t$, где β_i - постоянная перехода, скорость на участке Δs уменьшается на единицу и равна $\mu_i(t) = v_i - 1$ $(i = 1,2,...,n)$. Перемещение колесной машины с участка Δs_i на участок Δs_{i+1} также является событием случайным и осуществляется с переходной вероятностью $p_{i,i+1} = \alpha_{i,i+1} v_i \Delta t$, где $\alpha_{i,i+1}$ - постоянная перехода.

Структура вероятностных переходов Марковского процесса торможения колесной машины, полученная на основе расчетной схемы (рис.1), показана на рисунке 2.

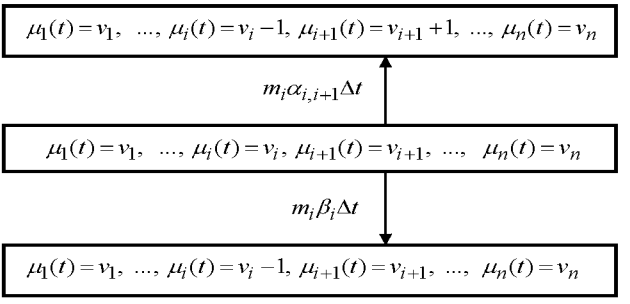


Рисунок 2 – Структура вероятностных переходов Марковского процесса торможения колесной машины

Марковская модель торможения колесной машины.

Стохастическая система $\boldsymbol{\mu}=(\mu_1(t)=v_1,\mu_2(t)=v_2,\ldots,\mu_n(t)=v_n)$ за время Δt $(\Delta t\to 0)$ переходит в одно из состояний, показанных на рис.2, или остается в прежнем состоянии. Определим вероятность того, что за время Δt $(\Delta t\to 0)$ стохастическая система не изменит своего состояния:

$$P_{v_1,\ldots,v_i,v_{i+1},\ldots v_n}(t+\Delta t)=\left(1-\sum_{i=1}^{n-1}v_i\alpha_{i,i+1}\Delta t-\sum_{i=1}^{n}v_i\beta_i\Delta t\right)P_{v_1,\ldots,v_i,v_{i+1},\ldots v_n}(t)+$$
$$+\sum_{i=1}^{n-1}v_i+1\ \ \alpha_{i,i+1}\Delta t\,P_{v_1,\ldots,v_i+1,v_{i+1}-1,\ldots v_n}(t)+\sum_{i=1}^{n}v_i+1\ \ \beta_i\Delta t\,P_{v_1,\ldots,v_i+1,v_{i+1},\ldots v_n}(t). \qquad (1)$$

Составим, используя выражение (1), предел:

$$\lim_{\Delta t\to 0}\frac{P_{v_1,\ldots,v_i,v_{i+1},\ldots v_n}(t+\Delta t)-P_{v_1,\ldots,v_i,v_{i+1},\ldots v_n}(t)}{\Delta t}=$$
$$=-\lim_{\Delta t\to 0}\sum_{i=1}^{n}v_i(\alpha_{i,i+1}+\beta_i)\cdot P_{v_1,\ldots,v_i,v_{i+1},\ldots v_n}(t)- \qquad (2)$$
$$-(v_i+1)(\alpha_{i,i+1}P_{v_1,\ldots,v_i+1,v_{i+1}-1,\ldots v_n}(t)+\beta_iP_{v_1,\ldots,v_i+1,v_{i+1},\ldots v_n}(t)),$$

где $\alpha_{n,n+1}=0$.

Из (2) получаем систему обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$\frac{dP_{v_1,\ldots,v_i,v_{i+1},\ldots v_n}(t)}{dt}=-\sum_{i=1}^{n}v_i(\alpha_{i,i+1}+\beta_i)P_{v_1,\ldots,v_i,v_{i+1},\ldots v_n}(t)-$$
$$-(v_i+1)(\alpha_{i,i+1}P_{v_1,\ldots,v_i+1,v_{i+1}-1,\ldots v_n}(t)+\beta_iP_{v_1,\ldots,v_i+1,v_{i+1},\ldots v_n}(t)), \qquad (3)$$
$$v_1=0,1,2,\ldots,v,\quad v_2=0,1,2,\ldots,v,\quad \ldots\ v_n=0,1,2,\ldots,v.$$

Начальные условия решения системы обыкновенных дифференциальных уравнений (3) определим из начального состояния стохастической системы $\boldsymbol{\mu}_0 = (\nu_1(0) = \nu_1^0, \mu_2(0) = 0, \ldots, \mu_n(0) = 0)$ (в момент времени $t = 0$ скорость колесной машины равна ν_1^0):

$$P_{\nu_1,\ldots,\nu_i,\nu_{i+1},\ldots\nu_n}(0) = \begin{cases} 1, \text{если } \nu_1 = \nu_1^0, \nu_2 = 0, \ldots, \nu_n = 0, \\ 0, \text{если } \nu_1 \neq \nu_1^0. \end{cases} \quad (4)$$

Система обыкновенных дифференциальных уравнений (3) с начальными условиями (4) является стохастической математической моделью торможения колесной машины. Решая систему дифференциальных уравнений (3), например, методом Рунге-Кутта, определяем вероятность $P_{\nu_1,\ldots,\nu_i,\nu_{i+1},\ldots\nu_n}(t)$ того, что в момент времени t на участке Δs_1 скорость колесной машины равна ν_1, на участке Δs_2 - ν_2, …, на участке Δs_n - ν_n.

Систему обыкновенных дифференциальных уравнений (3) можно свести к дифференциальному уравнению первого порядка в частных производных относительно производящей функции [3]:

$$F(t; x_1, x_2, \ldots, x_n) = \sum_{\nu_1=0}^{\infty} \sum_{\nu_2=0}^{\infty} \ldots \sum_{\nu_n=0}^{\infty} x_1^{\nu_1} x_2^{\nu_2} \ldots x_n^{\nu_n} \cdot P_{\nu_1,\ldots,\nu_i,\nu_{i+1},\ldots\nu_n}(t), \quad (5)$$

где $x_1, x_2, \ldots, x_n$ – переменные величины.

Дифференцируя производящую функцию $F(t; x_1, x_2, \ldots, x_n)$ по переменным $t, x_1, x_2, \ldots, x_n$, получаем

$$\frac{\partial F}{\partial t} = \sum_{\nu_1=0}^{\infty} \sum_{\nu_2=0}^{\infty} \ldots \sum_{\nu_n=0}^{\infty} x_1^{\nu_1} x_2^{\nu_2} \ldots x_n^{\nu_n} \cdot \frac{dP_{\nu_1,\ldots,\nu_i,\nu_{i+1},\ldots\nu_n}(t)}{dt}, \quad (6)$$

$$x_i \frac{\partial F}{\partial x_i} = \sum_{\nu_1=0}^{\infty} \sum_{\nu_2=0}^{\infty} \ldots \sum_{\nu_n=0}^{\infty} \nu_i \, x_1^{\nu_1} x_2^{\nu_2} \ldots x_n^{\nu_n} \cdot P_{\nu_1,\ldots,\nu_i,\nu_{i+1},\ldots\nu_n}(t), \quad (7)$$

$$x_{i+1} \frac{\partial F}{\partial x_i} = \sum_{\nu_1=0}^{\infty} \sum_{\nu_2=0}^{\infty} \ldots \sum_{\nu_n=0}^{\infty} (\nu_i + 1) \, x_1^{\nu_1} x_2^{\nu_2} \ldots x_n^{\nu_n} \cdot P_{\nu_1,\ldots,\nu_i+1,\nu_{i+1}-1,\ldots\nu_n}(t), \quad (8)$$

$$\frac{\partial F}{\partial x_i} = \sum_{\nu_1=0}^{\infty} \sum_{\nu_2=0}^{\infty} \ldots \sum_{\nu_n=0}^{\infty} (\nu_i + 1) \, x_1^{\nu_1} x_2^{\nu_2} \ldots x_n^{\nu_n} \cdot P_{\nu_1,\ldots,\nu_i+1,\nu_{i+1},\ldots\nu_n}(t), \quad (9)$$

Решая совместно (3), (6) - (9) получаем дифференциальное уравнение в частных производных относительно производящей функции

$$\sum_{i=1}^{n} (\beta_i + \alpha_{i,i+1} x_{i+1} - (\alpha_{i,i+1} + \beta_i) x_i) \frac{\partial F}{\partial x_i} - \frac{\partial F}{\partial t} = 0. \quad (10)$$

Дифференциальное уравнение (10) является линейным однородным дифференциальным уравнением в частных производных 1-ого порядка. Общее решение уравнения в частных производных (10) имеет вид [3]:

$$F(t; x_1, x_2, \ldots, x_i, \ldots, x_n) = \phi(\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_i, \ldots, \varphi_n), \quad (11)$$

где ϕ - произвольная функция от n-го аргумента,

$$\varphi_i(t; x_1, x_2, \ldots, x_n) = t - \frac{1}{\alpha_{i,i+1} + \beta_i} \ln(\beta_i + \alpha_{i,i+1} x_{i+1} - (\alpha_{i,i+1} + \beta_i) x_i) \quad (i = 1, 2, \ldots, n).$$

Вид функции $\phi(\varphi_1,\varphi_2,...,\varphi_i,...,\varphi_n)$ определяется из начального условия (4):

$$\phi\ \varphi_1\ 0\ ,\varphi_2\ 0\ ,...,\varphi_i\ 0\ ,...,\varphi_n\ 0\ =x_1^{v_1^0}, \tag{12}$$

где x_1 находятся из решения следующей системы линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} x_1-\dfrac{\alpha_{12}}{\alpha_{12}+\beta_1}x_2=\dfrac{1}{\alpha_{12}+\beta_1}(\beta_1-\exp(-(\alpha_{12}+\beta_1)\varphi_1(0))), \\ x_2-\dfrac{\alpha_{23}}{\alpha_{23}+\beta_2}x_3=\dfrac{1}{\alpha_{23}+\beta_2}(\beta_2-\exp(-(\alpha_{23}+\beta_2)\varphi_2(0))), \\ \quad\dots\qquad\dots\qquad\dots\qquad\dots\qquad\dots \\ x_{n-1}-\dfrac{\alpha_{n-1,n}}{\alpha_{n-1,n}+\beta_{n-1}}x_n=\dfrac{1}{\alpha_{n-1,n}+\beta_{n-1}}(\beta_{n-1}-\exp(-(\alpha_{n-1,n}+\beta_{n-1})\varphi_{n-1}(0))), \\ x_n=\dfrac{1}{\beta_n}(\beta_n-\exp(-\beta_n\varphi_n(0))). \end{cases} \tag{13}$$

Вероятность $P_{v_1,...,v_i,v_{i+1},...v_n}(t)$, математическое ожидание и дисперсия скорости через производящую функцию определяются следующим образом [3]:

$$P_{v_1,...,v_i,v_{i+1},...v_n}(t)=\frac{1}{m_1!m_2!...m_n!}\frac{\partial^{m_1+m_2+...+m_n}F\ t;0,0,...,0}{\partial x_1^{m_1}\partial x_2^{m_2}...\partial x_n^{m_n}}, \tag{14}$$

$$M(\mu_i(t)=v_i)=\frac{\partial F(t;1,1,...,1)}{\partial x_i},\quad i=1,2,...,n, \tag{15}$$

$$D(\mu_i(t)=v_i)=\frac{\partial^2F(t;1,1,...,1)}{\partial x_i^2}+\frac{\partial F(t;1,1,...,1)}{\partial x_i}-\left(\frac{\partial F(t;1,1,...,1)}{\partial x_i}\right)^2, \tag{16}$$

$$i=1,2,...,n.$$

Для $n=3$ выражения (14)-(15) имеют соответственно вид:

$$P_{v_1,v_3,v_3}(t)=\frac{v_1^0!}{v_1!v_2!v_3!(v_1^0-v_1-v_2-v_3)!}\times$$

$$\times\left[\frac{\alpha_{12}}{\alpha_{12}+\beta_1}\left(\frac{\alpha_{23}}{\alpha_{23}+\beta_2}(1-\exp(-\beta_3t))+\frac{\beta_2}{\alpha_{23}+\beta_2}(1-\exp(-(\alpha_{23}+\beta_2)t))\right)+\right.$$

$$\left.+\frac{\beta_1}{\alpha_{12}+\beta_1}(1-\exp(-(\alpha_{12}+\beta_1)t))\right]^{v_1^0-v_1-v_2-v_3}\exp(-(\alpha_{12}+\beta_1)t)^{\ v_1}\times$$

$$\times\left[\frac{\alpha_{12}}{\alpha_{12}+\beta_1}(\exp(-(\alpha_{23}+\beta_2)t)-\exp(-(\alpha_{12}+\beta_1)\ t))\right]^{v_2}\times$$

$$\times\left[\frac{\alpha_{12}}{\alpha_{12}+\beta_1}\frac{\alpha_{23}}{\alpha_{23}+\beta_2}(\exp(-\beta_3t)-\exp(-(\alpha_{23}+\beta_2)\ t))\right]^{v_3}, \tag{17}$$

$$\begin{cases} M_1(t)=v_1^0\exp(-(\alpha_{12}+\beta_1)t), \\ M_2(t)=v_1^0\dfrac{\alpha_{12}}{\alpha_{12}+\beta_1}(\exp(-(\alpha_{23}+\beta_2)t)-\exp(-(\alpha_{12}+\beta_1)\ t)), \\ M_3(t)=v_1^0\dfrac{\alpha_{12}}{\alpha_{12}+\beta_1}\dfrac{\alpha_{23}}{\alpha_{23}+\beta_2}(\exp(-\beta_3t)-\exp(-(\alpha_{23}+\beta_2)\ t)); \end{cases} \tag{18}$$

$$D_i(t)=M_i(t)-\frac{1}{v_1^0}M_i^2\ (i=1,2,3)\cdot \tag{19}$$

Заключение.

Постоянные переходов $\beta_i, \alpha_{i,i+1}$ $(i = 1,2,...,n)$ Марковского процесса определяются из экспериментального материала, полученного при помощи бортовых систем диагностики тормозных систем. Для этого можно использовать выражение (15), (18) для определения математического ожидания в разные моменты времени процесса торможения. Это в конечном итоге приводит к решению системы уравнений относительно $\beta_i, \alpha_{i,i+1}$ $(i = 1,2,...,n)$. Марковская модель позволяет дать вероятностную оценку начальной скорости торможения колесной машины в зависимости от длины тормозного пути.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шуклинов, С. Н. Оценка параметров торможения колесной машины [Текст]/С. Н. Шуклинов//Вестник МАДИ (ГТУ). – 2010. – Выпуск 4(23). - С.11.

2. Карпиевич, Ю. Д. Разработка методов диагностирования технического состояния тормозных систем автомобилей с гидравлическим приводом: автореф. дис. … канд. техн. наук (05.05.03) / Карпиевич Юрий Дмитриевич; Белорусская гос. политех. акад. – Минск, 1993. – 16 с.

3. Севастьянов, Б. А. Ветвящиеся процессы / Б.А. Севастьянов. – М.: Наука. 1971. – 375 с.

Домке Эдуард Райнгольдович
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, г. Пенза
Кандидат технических наук, профессор, зав. кафедрой «Организация и безопасность движения»
Тел. +7 (927)376 4946
E-mail: obd@pguas.ru

Жесткова Светлана Анатольевна
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, г. Пенза
Аспирант
Тел. +7 (8412) 44 62 69
E-mail: grey-woolf@yandex.ru

E. R. DOMKE, S. A. ZHESTKOVA

PROBABILISTIC MODEL BRAKES WHEELED VEHICLES

We propose a probabilistic model of braking wheel machine based on a Markov branching process. Obtained a system of ordinary differential equations, which with the help of the apparatus of generating functions is reduced to a linear equation of first order partial derivatives. An analytical solution for the distribution law of random variables speed during braking.

Keywords: *wheel machine, speed, braking, Markov process, the generating function, the distribution law*

BIBLIOGRAPHY

1. Shuklinov, S. N. Otsenka parametrov tormozheniya kolesnoy mashiny [Tekst]/S. N. Shukli-nov//Vestnik MADI (GTU). - 2010. - Vypusk 4(23). - S.11.

2. Karpievich, YU. D. Razrabotka metodov diagnostirovaniya tekhnicheskogo sostoyaniya tormoznykh sistem avtomobiley s gidravlicheskim privodom: avtoref. dis. … kand. tekhn. nauk (05.05.03) / Karpievich YUriy Dmitrievich; Belorusskaya gos. politekh. akad. - Minsk, 1993. - 16 s.

3. Sevast`yanov, B. A. Vetvyashchiesya protsessy / B.A. Sevast`yanov. - M.: Nauka. 1971. - 375 s.

УДК 627

А. А. КАТУНИН, А.Н. НОВИКОВ, М. Д. ТЕБЕКИН

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ПРИВОД СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПЕРЕДНЕЙ ПОДВЕСКИ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

В статье рассмотрена конструкция гидравлической части испытательного стенда шаровых опор передней подвески легковых автомобилей, позволяющего проводить ускоренные испытания. Устройство обеспечивает наиболее приближенное к реальным условиям воспроизведение действующих нагрузок.

Ключевые слова: *стендовые испытания, шаровая опора, шаровый шарнир.*

На основе анализа конструкций стендов для испытания подвесок и шаровых шарниров в частности, в ФГОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК» была предложена конструкция стенда, позволяющая проводить ресурсные испытания шаровых шарниров и других элементов подвески. Стенд (рис. 1) совмещает в себе простоту конструкции и компактность с высокой степенью имитации реальных условий эксплуатации шаровых опор. Это осуществляется за счет использования в качестве основы стенда модернизированной передней подвески типа «МакФерсон» легкового автомобиля с сохранением кинематики движения и всех нагрузок на стенде по сравнению с автомобилем. Источником нагрузок и движений служит гидравлический привод.

Применение гидропривода определяется рядом существенных преимуществ перед другими типами приводов и, прежде всего, получением больших усилий и мощностей при ограниченных размерах гидродвигателей. Гидропривод обеспечивает широкий диапазон бесступенчатого регулирования скоростей (при условии хорошей плавности движения), возможность работы в динамических режимах с требуемым качеством переходных процессов, защиту системы от перегрузки и точный контроль действующих усилий. С помощью гидроцилиндров удаётся получить прямолинейное движение без кинематических преобразований, а также обеспечить определённое соотношение скоростей прямого и обратного ходов.

В качестве насосной установки в предлагаемом стенде используются два шестеренных насоса. Критерием выбора стала простота конструкции шестеренных гидромашин, незначительные нагрузки и давления в гидросистеме стенда. Насос НШ-32 для вертикального гидроцилиндра (номинальное давление на выходе – 14 МПа, рабочий объем – 32 см^3, номинальная частота вращения – 1920 об/мин, номинальная подача – 72,9 л/мин, потребляемая мощность – 26,6 кВт). Насос НШ-6 для горизонтального гидроцилиндра (номинальное давление на выходе – 16 МПа, рабочий объем – 6,3 см^3, номинальная частота вращения – 3000 об/мин, номинальная подача – 16,2 л/мин, потребляемая мощность – 6,8 кВт.).

В качестве источника возвратно-поступательного движения используются два гидроцилиндра двустороннего действия – основной вертикальный и дополнительный горизонтальный. Основной гидроцилиндр обеспечивает имитацию работы подвески, критерием его выбора является ход штока обеспечивающий с одной стороны имитацию реальных условий (ход подвески 30-40 мм.), а с другой стороны должен иметь ограничения по максимальному ходу не превышающему максимальный ход подвески (150-200 мм). Этим требованиям соответствует гидроцилиндр ЦГ-50.30 70.23 (ход штока - 70 мм). Дополнительный гироцилиндр – имитирует поворот автомобиля.

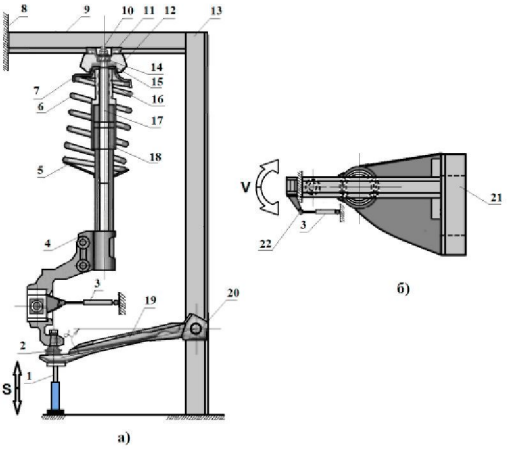


Рисунок 1 - Стенд для испытания элементов передней подвески легковых автомобилей, механическая часть

1 – вертикальный (основной) гидроцилиндр, 2 - шаровая опора, 3 - горизонтальный (дополнительный) гидроцилиндр, 4 - поворотный кулак, 5 - нижняя опора пружины, 6 - пружина, 7 - верхняя опора пружины, 8 - основание, 9 - верхняя рама, 10 - гайка верхнего крепления направляющего элемента, 11 - упорная шайба, 12 - верхнюю опору направляющего элемента, 13 - боковая рама, 14 - гайка штока направляющего элемента, 15 - опорный подшипник, 16 - защитный чехол, 17 - шток, 18 - цилиндр, 19 - рычаг, 20 - крепление рычага, 21 – поперечина, 22 – шаровый шарнир поворотного кулака

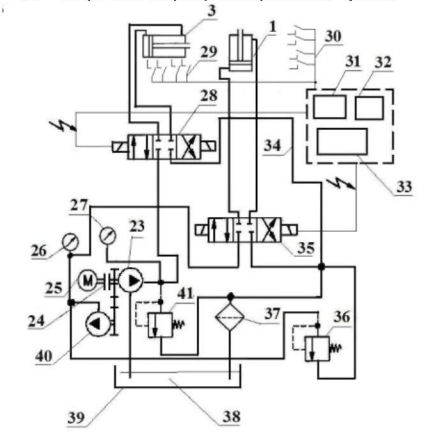


Рисунок 2 - Стенд для испытания элементов передней подвески легковых автомобилей, гидравлическая часть

23 – насос привода горизонтального гидроцилиндра, 24 - муфта, 25 - электродвигатель, 26 – манометр гидролинии вертикального гидроцилиндра, 27 – манометр гидролинии горизонтального гидроцилиндра, 28 – гидравлический распределитель горизонтального гидроцилиндра, 29 – концевые выключатели горизонтального гидроцилиндра, 30 - концевые выключатели вертикального гидроцилиндра, 31 - контроллер, 32 - блок питания, 33 – реле, 34 - гидравлическую линию, 35 - гидравлический распределитель вертикального гидроцилиндра, 36 - предохранительный клапан гидролинии вертикального гидроцилиндра, 37 - фильтр, 38 - рабочая жидкость, 39 – гидробак, 40 - насос привода вертикального гидроцилиндра, 41 - предохранительный клапан гидролинии горизонтального гидроцилиндра.

Критерий выбора тот же что и для основного гидроцилиндра, при этом поворотный кулак должен перемещатся из одного крайнего положения в другое на расстояние 150-200 мм, соответственно ход штока гидроцилиндра должен составлять около 170 мм. Используем гидроцилиндр ЦГ - 60.30 175.22 (ход штока – 175 мм).

По давлению гидропривод стенда относится к гидроприводу высокого давления (от 6,3 до 20 МПа). Циркуляция - разомкнутая, масло из бака всасывается насосом и из гидросис-

темы и вновь сливается в бак. По методу управления и контроля гидропривод относится к цикловому управлению (с контролем по пути или времени), Это наиболее простое и надежное управление с контролем по пути команда на выполнение очередного перехода цикла обработки поступает от средств путевого контроля реализации предыдущего перехода (с помощью распределителей с электроуправлением от конечных выключателей). В качестве средств путевого контроля используется релейно-контактная система включающая в себя 8 реле, блок питания и 8 концевых выключателей. Два концевых выключателя на каждый гидроцилиндр обеспечивают их возвратно-поступательное движение в заданных пределах, еще по два концевых выключателя на каждый гидроцилиндр выполняют защитную функцию при выходе из строя различных элементов гидросистемы и выключают питание электродвигателя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новиков, А. Н. Проблемы эксплуатации шаровых опор легковых автомобилей [Текст] / А. Н. Новиков, А. А. Катунин, М. Д. Тебекин // Мир транспорта и технологических машин. – 2010. - №3 (30). С. 42-45.

2. Новиков, А. Н. Современные способы испытаний шаровых шарниров [Текст] / А. Н. Новиков, А. А. Катунин, М. Д. Тебекин // Мир транспорта и технологических машин. – 2010. - №4 (31). С. 26-33.

3. Катунин, А.А. Ускоренные испытания шаровых опор передней подвески легковых автомобилей [Текст] / А. А. Катунин, М. Д. Тебекин // Мир транспорта и технологических машин. – 2011. - №1 (32). С. 43-46.

Катунин Андрей Александрович
Госуниверситет-УНПК , г. Орел
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»
Тел. +7 (915) 508 0508
E-mail: aak808@yandex.ru

Новиков Александр Николаевич
Госуниверситет-УНПК, г. Орел
Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Сервис и ремонт машин»
Тел. +7 (4862) 73 43 50
E-mail: sirm@ostu.ru

Тебекин Максим Дмитриевич
Госуниверситет-УНПК , г. Орел
Аспирант кафедры «Сервис и ремонт машин»
Тел. +7 (920) 829 4998
E-mail: srmostu@mail.ru

A. A. KATUNIN, A. N. NOVIKOV, M. D. TEBEKIN

HYDRAULIC DRIVE STAND FOR TESTING THE ELEMENTS FRONT SUSPENSION CARS

In this article the design of the hydraulic test stand front suspension ball joints car,allowing to carry out accelerated testing. The device provides the best approximation to real conditions of play acting loads.

***Keywords**: bench testing, spherical bearing, ball joints.*

BIBLIOGRAPHY

1. Novikov, A. N. Problemy ekspluatatsii sharovykh opor legkovykh avtomobiley [Tekst] / A. N. No-vikov, A. A. Katunin, M. D. Tebekin // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2010. - №3 (30). S. 42-45.

2. Novikov, A. N. Sovremennye sposoby ispytaniy sharovykh sharnirov [Tekst] / A. N. Novikov, A. A. Katunin, M. D. Tebekin // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2010. - №4 (31). S. 26-33.

3. Katunin, A.A. Uskorennye ispytaniya sharovykh opor peredney podveski legkovykh avtomobiley [Tekst] / A. A. Katunin, M. D. Tebekin // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2011. - №1 (32). S. 43-46.

УДК 621.4:681.5

А. А. ГОНЧАРОВ, П. А. ГОНЧАРОВ, А. Н. МЕЛЬНИКОВ, А. М. ФЕДОТОВ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛОЖЕНИЙ ТЕОРИИ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗА ПРИ ОЦЕНКЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ

Опыт эксплуатации автомобильных двигателей, оснащенных электронными системами управления двигателями, показал, что усложнение конструкции привело к росту функциональных и параметрических отказов, а также к их качественному изменению. В статье предлагается внедренная в Оренбургском государственном университете методика диагностирования электронных систем управления двигателем.

Ключевые слова: *электронные системы управления двигателем, техническое состояние, диагностирование, теория распознавания образа, состав отработавших газов.*

Результаты экспериментального исследования надежности автомобильных двигателей с электронными системами управления (ЭСУД) в эксплуатации показали, что на ЭСУД приходится 36,7% всех неисправностей, в связи с чем актуальной является задача обеспечения работоспособности данной системы.

В процессе эксплуатации происходит изменение технического состояния ЭСУД, а именно: изменение производительности топливной системы, отклонения в работе системы зажигания, изменение состояния датчиков и исполнительных механизмов. Данные неисправности приводят к изменению состава рабочей смеси и как следствие, к изменению состава отработавших газов.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований свидетельствуют о значительном влиянии технического состояния элементов ЭСУД на концентрацию CO и O_2 в отработавших газах.

Различное техническое состояние элементов ЭСУД влияет на выходные параметры автомобильных двигателей, обладающих значительной вариацией. Это связано с тем, что подача топлива форсункой, рассчитываемая программой электронного блока управления (ЭБУ), определяется установленным в программное обеспечение ЭБУ значением статической производительности форсунок $q_{\text{ст}}^{\text{п}}$. Фактическая же подача топлива $q_{\text{ст}}^{\text{ф}}$ отличается от рассчитываемой ЭБУ $q_{\text{ст}}^{\text{п}}$ вследствие изменения давления в топливной системе и изменения технического состояния элементов ЭСУД, что можно выразить неравенством $q_{\text{ст}}^{\text{ф}} \neq q_{\text{ст}}^{\text{п}}$. Расхождение указанных значений приводит к отклонению состава рабочей смеси от стехиометрического, комплексным показателем качества которой является коэффициент избытка воздуха α.

Принято:
$$\alpha = \frac{q_{\text{ст}}^{\text{п}}}{q_{\text{ст}}^{\text{ф}}}. \qquad (1)$$

Характер влияния α на концентрацию CO и O_2 можно описывается выражениями:
$$\begin{aligned} CO &= f_1(\alpha), \\ O_2 &= f_2(\alpha). \end{aligned} \qquad (2)$$

На основании этого можно заключить, что техническое состояние элементов ЭСУД влияет на значение коэффициента избытка воздуха α, который, в свою очередь, отражает «согласованность» программного и фактического значений статической производительности форсунок.

Значение программной производительности $q_{\text{ст}}^{\text{п}}$ можно представить в виде $q_{\text{ст}}^{\text{п}} = q_{\text{ст}}^{\text{ф}} + \Delta q_{\text{ст}}^{\text{п}}$, где $\Delta q_{\text{ст}}^{\text{п}}$ – параметр, учитывающий расхождение значений $q_{\text{ст}}^{\text{ф}}$ и $q_{\text{ст}}^{\text{п}}$.

Подставив значение $q_{ст}^{п}$ в (1), получим:

$$\alpha = \frac{q_{ст}^{п}}{q_{ст}^{п} - \Delta q_{ст}^{п}}. \quad (3)$$

Наличие прямой зависимости α и q_{cm}^{n} позволяет перейти к зависимостям:

$$\begin{aligned} CO &= f_1\left(q_{ст}^{п}\right), \\ O_2 &= f_2\left(q_{ст}^{п}\right). \end{aligned} \quad (4)$$

Следует отметить, что выражение (3) справедливо для работы двигателя на стационарном режиме, в данном случае на холостом ходу. При отсутствии неисправностей $\Delta q_{ст}^{п}=0$, $\alpha=1$. Если существуют какие-либо неисправности элементов ЭСУД, то $\Delta q_{ст}^{п}\neq 0$, $\alpha\neq 1$.

Проведенными исследованиями установлено, что при наличии неисправностей разных элементов ЭСУД центр пересечения графиков CO и O_2 смещается относительно центра $O_{э0}$ пересечения этих графиков при исправном состоянии элементов ЭСУД в разные стороны и на разные расстояния. Это создает предпосылки для использования положений теории распознавания образа, а именно диагностики по расстоянию в пространстве признаков в целях локализации неисправности. В соответствии с этим важной задачей исследования является установление параметров эталонных диагностических областей, соответствующих как исправному состоянию элементов ЭСУД, так и наличию различных их неисправностей.

В качестве первого эталонного состояния принимается точка О пересечения графиков функций (4), полученных на исправном двигателе. Данное условие представлено в виде эталонной области $D_{э0}$ [1]:

$$D_{э0} = \begin{cases} f_1\left(q_{ст}^{п}\right) = f_2\left(q_{ст}^{п}\right), \\ \alpha = 1 \pm 0{,}05, \\ CO = O_2. \end{cases} \quad (5)$$

При практической реализации положений теории распознавания образа [1, 2] применено следующее преобразование – при построении графиков зависимостей CO и O_2 от $q_{ст}^{п}$, а также при формализованном представлении параметров эталонных областей используются численные значения величин без учета их размерности.

Тогда область, в которую попадает точка O_i при диагностировании, можно представить:

$$D_i = \begin{cases} f_1\left(q_{ст}^{п}\right) = f_2\left(q_{ст}^{п}\right) \\ a_i = \sqrt{q_{ст}^{п\,2} + CO^2};\ D_i \in \bigcup D_{эi}, \\ \gamma_i = \operatorname{arctg}\left(\dfrac{CO_i}{q_{стi}^{п}}\right), \end{cases} \quad (6)$$

где $\bigcup D_{эi}$ – совокупность эталонных областей, соответствующих различным состояниям объекта диагностирования.

Отнесение диагностического параметра к какой-либо из эталонных областей производится на основе использовании меры расстояния до эталонной области $D_{эi}$ (рис. 1).

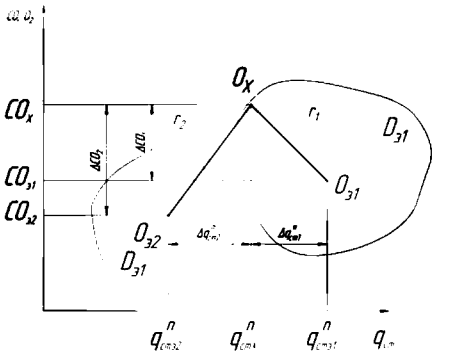


Рисунок 1 – Схема определения расстояния r от центра O_x, соответствующего измеренному значению диагностического параметра, до центров $O_{эi}$ эталонных диагностических областей $D_{эi}$

В пространстве признаков используется диагностическая мера расстояния r, и предъявлен для диагностики объект X. Для отнесения объекта X к одному из n диагнозов определяются расстояния r до эталонных точек $O_{э1}$, $O_{э2}$, ..., $O_{эn}$. Объект X относят к диагнозу $D_{эi}$, если мера расстояния r_i между точками O_X и $O_{эi}$ минимальна:

$$\text{если } r_i = \sqrt{\Delta q_{ст}^{п\,2} + \Delta CO^2} = \min, \text{ то } X \in D_{эi}. \qquad (7)$$

Постановка диагноза осуществляется путем получения значений диагностических параметров и сравнения их с эталонными значениями.

В процессе экспериментального исследования были использованы как общепринятые методики планирования эксперимента, обработки его результатов, так и разработанные частные методики: определения зависимостей концентрации CO и O_2 от $q_{ст}^{п}$; моделирования характерных неисправностей элементов ЭСУД; установления эталонных диагностических областей, отнесения объекта диагностирования к i-й диагностической области.

Проведение экспериментального исследования осуществлено в четыре этапа согласно схеме, представленной на рисунке 5.

Для установления зависимостей концентрации CO и O_2 от $q_{ст}^{п}$ использованы: инженерный блок j5 on-line со встроенной диагностической программой sms-diagnostic и газоанализатор Инфракар-М2Т.02.

Первый этап проведения экспериментального исследования заключается в установлении зависимостей $CO = f(q_{ст}^{п})$, $O_2 = f(q_{ст}^{п})$ на эталонном двигателе ВАЗ-2111 с электронным блоком управления «Январь 5.1» (Р83) с исправными элементами ЭСУД в соответствии с алгоритмом, представленном на рисунке 2,*а*.

На втором этапе производится установление зависимостей $CO = f(q_{ст}^{п})$, $O_2 = f(q_{ст}^{п})$ на эталонном АДВС ВАЗ-2111 с использованием представительной выборки неисправных элементов ЭСУД в соответствии с алгоритмом, представленном на рисунке 2, *б*.

На третьем этапе производится апробация и уточнение методики диагностирования ЭСУД на автомобилях, находящихся в эксплуатации в соответствии с алгоритмом, представленном на рисунке 2, *б*.

На четвертом этапе осуществляется разработка практических рекомендаций по совершенствованию методики диагностирования ЭСУД для различных марок автомобилей и комбинации неисправностей.

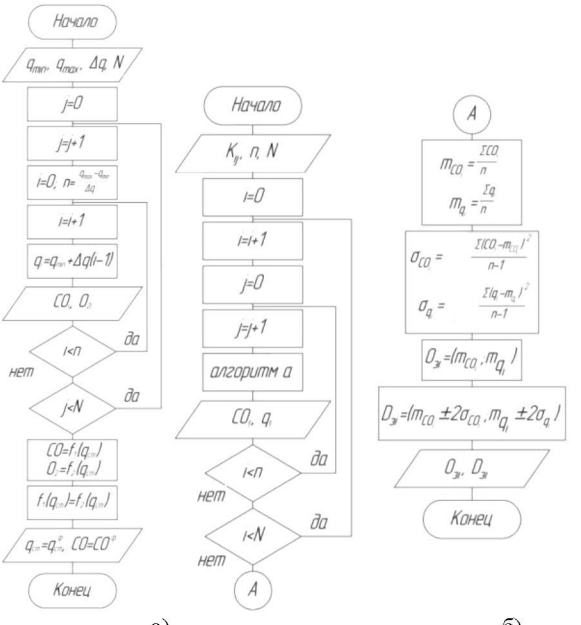


Рисунок 2 – Алгоритмы проведения экспериментальных исследований
а – алгоритм определения зависимостей CO и O_2 от $q_{ст}^{п}$,
б – алгоритм определения параметров диагностических областей

Точность результатов экспериментального исследования обеспечивается современным, отвечающим требованиям стандартов, оборудованием.

В соответствии с планом проведения экспериментального исследования по разработанному алгоритму на первом этапе установлены зависимости CO=f($q_{ст}^{п}$), O_2=f($q_{ст}^{п}$) на эталонном двигателе ВАЗ-2111 с исправными элементами ЭСУД при изменении коэффициента избытка воздуха. На рисунке 3 представлен график зависимостей CO=f($q_{ст}^{п}$), O_2=f($q_{ст}^{п}$) на двигателе с исправной ЭСУД.

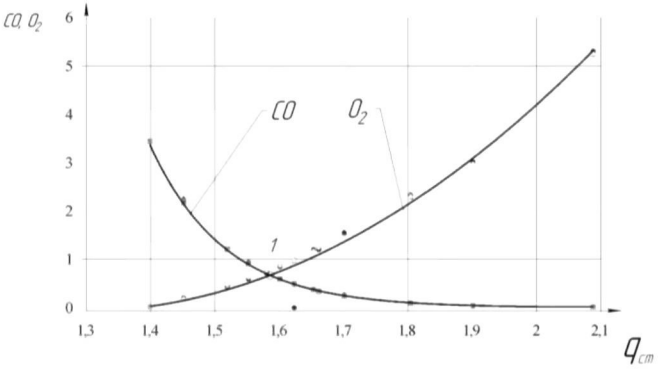


Рисунок 3 – График зависимостей CO=f($q_{ст}^{п}$), O_2=f($q_{ст}^{п}$) на АДВС с исправной ЭСУД

В выражениях (8) графические связи представлены уравнениями.

$$\begin{cases} CO = 6{,}4364 \cdot 10^{5} \cdot e^{-8{,}67 \cdot q_{ст}^{п}}, \\ O_2 = 6{,}86 \cdot \left(q_{ст}^{п}\right)^2 - 16{,}318 \cdot q_{ст}^{п} + 9{,}41. \end{cases} \quad (8)$$

Точка пересечения данных функций является условием исправного состояния ЭСУД.

Второй этап экспериментального исследования заключается в определении функций $CO=f_i(q_{ст}^{п})$, $O_2=f_i(q_{ст}^{п})$ на двигателе с заведомо неисправными элементами K_{ij} ЭСУД (i – неисправность, j – элемент ЭСУД). Принимая точку пересечения O_i графиков данных зависимостей за центр эталонной области $D_{эi}$, а также учитывая дисперсию эмпирических значений, установлены параметры эталонных диагностических областей $D_{эi}$, соответствующих i-м неисправностям (рис. 4).

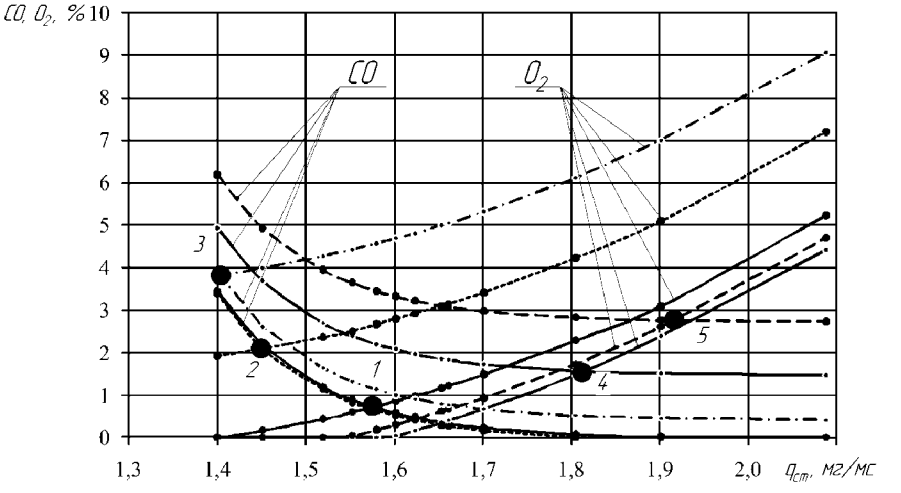


Рисунок 4 – Результаты определения центров эталонных диагностических областей D_i, соответствующих различным состояниям ЭСУД

1 – исправное состояние; 2 – неисправное состояние топливной аппаратуры; 3 – неисправное состояние системы зажигания; 4 – отклонения показаний ДМРВ; 5 – неисправности ДМРВ

Параметры эталонных областей, полученные в результате экспериментального исследования, проведенного на эталонном двигателе, приняты в качестве основы для уточнения размеров эталонных областей при проведении третьего этапа эксперимента на представительной выборке автомобилей, находящихся в эксплуатации [3]. Результаты представлены в таблице 1.

Разработана методика диагностирования элементов ЭСУД, основанная на измерении текущих значений $CO_{изм}$ и $O_{2изм}$ и параллельном переносе кривых зависимостей $CO=f_i(q_{ст}^{п})$, $O_2=f_i(q_{ст}^{п})$, соответствующих исправному состоянию, в новую область.

Для этого в уравнения выражения (8) вводим параметры Δ_{CO_i} и $\Delta_{O_{2i}}$:

$$\begin{aligned} CO_i &= 6{,}4364 \cdot 10^{5} \cdot e^{-8{,}67 q_{ст}^{п}} + \Delta_{COi} \\ O_{2i} &= 6{,}86 \cdot (q_{ст}^{п})^2 - 16{,}318 \cdot (q_{ст}^{п}) + 9{,}41 + \Delta_{O_{2i}} \end{aligned} \quad (9)$$

Приравнивая значения CO и O_2, а также принимая $\Delta_{CO_i} = CO_{изм} - CO_0$, $\Delta_{O_{2i}} = O_{2_0} - O_{2изм}$, определяем величину $q_{ст}^{п}$, соответствующую точке пересечения кривых (9). Таким образом, получаем точку с координатами ($CO=O_2$, $q_{ст}^{п}$), соответствующую факти-

ческому состоянию элементов ЭСУД. Постановка диагноза осуществляется в соответствии с условием (7) и схемой, представленной на рисунке 3.

Таблица 1 – Результаты экспериментального исследования параметров эталонных областей, соответствующих различным состояниям элементов ЭСУД

N	Наименование эталонной области	Параметры эталонной области			
		Координаты Центра $O_{эi}$		Границы Области $D_{эi}$	
		$q_{эi}$, мг/мс	$CO_{эi}$, %	q_{Di}, мг/мс	CO_{Di}, %
1	Исправное состояние	1,6	0,7	1,5÷1,7	0,5÷0,9
2	Неисправное состояние топливной аппаратуры	1,45	2	1,4÷1,5	1÷3
3	Неисправное состояние системы зажигания	1,4	4	1,35÷ 1,45	3÷5
4	Отклонения в работе ДМРВ	1,8	1,5	1,7÷1,9	1÷2
5	Неисправное состояние ДМРВ	1,95	3	1,89÷2,1	2÷4

Сравнительная оценка сходимости разработанных экспериментальной и аналитической методик диагностирования подтвердила адекватность теоретических положений [4, 5].

Использование разработанной аналитической методики при диагностировании ЭСУД позволяет выявить неисправную ее подсистему с минимальными трудозатратами. Установление конкретной неисправности при этом производится по разработанным алгоритмам, основанным на стандартных диагностических процедурах [6].

В соответствии с представленными теоретическими положениями и результатами проведенных экспериментальных исследований разработан алгоритм диагностирования ЭСУД, представленный на рисунке 5.

Экономический эффект от практического применения разработанной технологии и программного обеспечения диагностирования достигается за счет сокращения количества, и как следствие, трудоемкости диагностирования и составляет 200 руб. на одно обслуживание.

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

На элементы ЭСУД автомобильных двигателей приходится 46,7% неисправностей, которые сопровождается увеличением расхода топлива, падением мощности и снижением экологической безопасности.

Разработанная математическая модель устанавливает взаимосвязь концентрации CO и O_2 в отработавших газах автомобильных двигателей с параметрами технического состояния элементов ЭСУД, характеризуемыми изменением коэффициента избытка воздуха, что позволяет объективно и обоснованно оценивать их техническое состояние.

Разработанная методика диагностирования позволяет использовать положения теории распознавания образа при оценке технического состояния элементов ЭСУД на основании отнесения диагностических параметров (сочетания CO, O_2 и $q_{ст}$) к эталонным диагностическим областям, соответствующим конкретным неисправностям элементов ЭСУД.

В результате проведения экспериментального исследования установлена аналитическая взаимосвязь концентрации CO и O_2 в отработавших газах с коэффициентов избытка воздуха, на основании чего установлены параметры эталонных диагностических областей. Исправному состоянию соответствует область с центром $q_{ст}$=1,6±0,1 мг/мс, CO=0,7±0,2%; неисправностям топливной системы соответствуют значения $q_{ст}$=1,45±0,05 мг/мс, CO=2±1%; неисправностям системы зажигания соответствуют значения $q_{ст}$=1,4±0,05 мг/мс, CO=4±1%; отклонениям в работе ДМРВ – значения $q_{ст}$=1,8±0,1 мг/мс, CO=1,5±0,5%; неисправностям ДМРВ – значения $q_{ст}$=1,95±0,06 мг/мс, CO=3±1%.

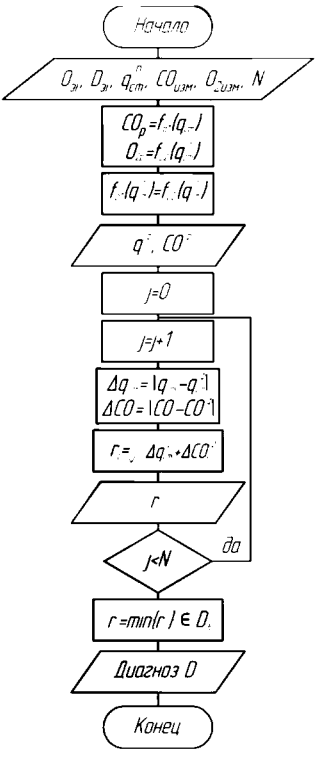


Рисунок 5 – Алгоритм диагностирования ЭСУД

Разработанная в результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований методика диагностирования позволила построить общую технологию диагностирования двигателей с ЭСУД, обеспечивающую сокращение трудоемкости работ на 10% и увеличение точности и достоверности диагностирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биргер, И. А. Техническая диагностика [Текст]/И. А. Биргер – М.: Машиностроение, 1978. – 240 с.

2. Мирошников, Л. В. Диагностирование технического состояния автомобилей на автотранспортных предприятиях [Текст] / Л. В. Мирошников, А. П. Болдин, В. И. Пал. – М.: Транспорт, 1977. – 263 с.

3. Гончаров, П. А. Определение состояния элементов электронных систем управления двигателем [Текст] / П. А. Гончаров, А. А. Гончаров // Прогрессивные технологии в транспортных системах: Сборник докладов шестой Российской научно-технической конференции. – Оренбург: ИПК ОГУ, 2003. – С. 61 – 62.

4. Гончаров, П. А. Определение функционирования подсистем двигателей с электронными системами управления [Текст] / П. А. Гончаров, А. А. Гончаров // Прогрессивные технологии в транспортных системах: Сборник докладов шестой Российской научно-технической конференции. – Оренбург: ИПК ОГУ, 2003. – С. 63 – 64.

5. Гончаров, П. А. Совершенствование методики получения общесистемных характеристик (мониторинг) [Текст] / П. А. Гончаров, А. А. Гончаров // Прогрессивные технологии в транспортных системах: Сборник докладов шестой Российской научно-технической конференции. – Оренбург: ИПК ОГУ, 2003. – С. 65 – 66.

6. Гончаров П. А. Оценка влияния датчика массового расхода воздуха на выходные характеристики двигателя и методы его восстановления [Текст] / П. А. Гончаров, А. А. Гончаров, С. Е. Горлатов // Прогрессивные технологии в транспортных системах: Сборник докладов седьмой Российской научно-технической конференции. – Оренбург: ИПК ОГУ, 2005. – С. 111 – 116.

Гончаров Андрей Алексеевич
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург
Кандидат технических наук, доцент кафедры ТЭРА
Тел. +7 (3532) 75 77 71, +7 (922) 542 1917
E-mail: goncharov_osu@rambler.ru

Гончаров Павел Алексеевич
НПФ «Оренбурггазгеофизика», г. Оренбург
Заместитель начальника центра сервисного сопровождения
Тел. +7 (922) 542 1918
E-mail: gpa_2004@mail.ru

Мельников Алексей Николаевич
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург
Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры ТЭРА
Тел. +7 (3532) 75 77 71, +7 922 557 6727
E-mail: mlnikov@rambler.ru

Федотов Александр Михайлович
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург
Кандидат технических наук, доцент кафедры ТЭРА
Тел. +7 (3532) 75 77 71
E-mail: tera@mail.osu.ru

A. A. GONCHAROV, P. I. GONCHAROV, A. N. MELNIKOV, A. FEDOTOV

USE OF THE THEORY OF RECOGNITION IMAGES IN THE ASSESSMENT OF TECHNICAL CONDITION ELECTRONIC ENGINE CONTROL SYSTEMS

Operating experience of the automobile engines equipped with electronic control systems by engines, has shown that design complication has led to growth of functional and parametrical refusals, and also to their qualitative change. In article the technique of diagnosing of electronic control systems introduced at the Orenburg state university the engine is offered.

Keywords: *electronic control systems of the engine, a technical condition, diagnosing, the theory of recognition of an image, structure of the fulfilled gases.*

BIBLIOGRAPHY

1. Birger, I. A. Tekhnicheskaya diagnostika [Tekst]/I. A. Birger - M.: Mashinostroenie, 1978. - 240 s.

2. Miroshnikov, L. V. Diagnostirovanie tekhnicheskogo sostoyaniya avtomobiley na avtotransportnykh predpriyatiyakh [Tekst] / L. V. Miroshnikov, A. P. Boldin, V. I. Pal. - M.: Transport, 1977. - 263 s.

3. Goncharov, P. A. Opredelenie sostoyaniya elementov elektronnykh sistem upravleniya dvigatelem [Tekst] / P. A. Goncharov, A. A. Goncharov // Progressivnye tekhnologii v transportnykh sistemakh: Sbornik dokladov shestoy Rossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. - Orenburg: IPK OGU, 2003. - S. 61 - 62.

4. Goncharov, P. A. Opredelenie funktsionirovaniya podsistem dvigateley s elektronnymi sistema-mi upravleniya [Tekst] / P. A. Goncharov, A. A. Goncharov // Progressivnye tekhnologii v transportnykh sis-temakh: Sbornik dokladov shestoy Rossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. - Orenburg: IPK OGU, 2003. - S. 63 - 64.

5. Goncharov, P. A. Sovershenstvovanie metodiki polucheniya obshchesistemnykh kharakteristik (monitoring) [Tekst] / P. A. Goncharov, A. A. Goncharov // Progressivnye tekhnologii v transportnykh sistemakh: Sbornik dokladov shestoy Rossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. - Orenburg: IPK OGU, 2003. - S. 65 - 66.

6. Goncharov P. A. Otsenka vliyaniya datchika massovogo raskhoda vozdukha na vykhodnye kharakteristiki dvigatelya i metody ego vosstanovleniya [Tekst] / P. A. Goncharov, A. A. Goncharov, S. E. Gorlatov // Progres-sivnye tekhnologii v transportnykh sistemakh: Sbornik dokladov sed`moy Rossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. - Orenburg: IPK OGU, 2005. - S. 111 - 116.

УДК 656.1

В. А. МИГАЧЕВ, Ю. В. РОДИОНОВ, М. Ю. ОБШИВАЛКИН

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Проведен анализ используемых критериев при оценке эффективности эксплуатации автомобилей. Предложены коэффициенты-критерии для методики оценки эффективности автомобильного транспорта на основе системы универсальных коэффициентов-критериев. Разработана математическая модель, позволяющая оценивать эффективность автомобилей в денежном эквиваленте

Ключевые слова: *оценка, эффективность, коэффициент-критерий.*

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Научные основы и основные принципы эффективной работы подвижного состава автомобильного транспорта были разработаны и сформулированы в 50-60-х годах XX века в России и опубликованы в монографии С.Р. Лейдермана [1]. Решение задачи оценки эффективности эксплуатации автомобилей рассматривали в своих работах Д.П. Великанов, Л.Л. Афанасьев, А.В. Вельможин, В.А. Гудков, Л.Б. Миротин, М.С Ходош, Х.А. Фасхиев, А.Н. Ременцов и другие.

Анализ научной технической и экономической литературы [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] позволил выявить следующие особенности используемых показателей эффективности эксплуатации:

1. Применяемые показатели эффективности, учитывающие большое количество факторов, являются безразмерными, следовательно, оценить эффективность в денежном выражении через такие показатели затруднительно.
2. Оценка эффективности автомобилей по критериям, характеризующим производительность автомобилей (грузоподъемность, грузооборот и т.п.) не всегда объективно оценивают экономическую эффективность эксплуатации автомобилей.
3. Стоимостные показатели перевозок не в полной мере определяют эффективность эксплуатации автомобилей.
4. Для многих современных автомобилей не исследовано влияние технико-эксплуатационных качеств на показатели эффективности их использования, что затрудняет оценку экономической эффективности по этим критериям.
5. Проведенные исследования влияния технико-эксплуатационных качеств автомобиля на показатели эффективности его использования разрознены и во многом устарели.
6. Определяется эффективность автомобилей в определенных условиях эксплуатации по конструктивным параметрам.

Современным методикам определения эффективности эксплуатации автомобилей присущи следующие особенности:

1. Используются такие показатели экономической эффективности эксплуатации как себестоимость, удельные затраты на перевозки, чистые дисконтированные доходы (расходы) и т.д. Показатели позволяющие оценивать экономическую эффективность эксплуатации сравниваемых автомобилей в удельных денежных единицах на основании эксплуатационных затрат не предложены.
2. Невозможность определения эффективности эксплуатации в денежном выражении.
3. Сложность и специфичность некоторых математических моделей оценки эффективности.
4. Сложность применения в практической деятельности.
5. Необходимость проведения трудоемких и сложных практических исследова-

ний для определения закономерностей формирования величин и значений показателей эффективности.

6. Использование экспертной оценки при определении эффективности эксплуатации автомобилей.

Для того чтобы объективно оценить автомобиль, необходимо при анализе эффективности эксплуатации использовать те конечные показатели, что использует в любом случае каждый потребитель, а именно затраты на эксплуатацию. Этот показатель во многом объективно оценивает как эксплуатационные, так и конструктивные качества автомобиля.

Чтобы расчеты при определении эффективности автомобилей были в максимальной степени обоснованы и базировались на объективной исходной информации, необходимо углубленное изучение формирования затрат на автомобили при эксплуатации.

Окончательную оценку транспортного средства необходимо производить на основании одного обобщенного показателя, выражаемого в денежных единицах и отражающего в первую очередь его экономическую эффективность, но в то же время учитывающего многообразие конструктивных, эксплуатационных и прочих факторов влияющих на него.

В связи с вышеизложенным, актуален вопрос разработки методики определения эффективности эксплуатации автомобилей на основе системы универсальных коэффициентов-критериев, позволяющих оценивать и прогнозировать эффективность эксплуатации в денежных эквивалентах. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать систему универсальных коэффициентов-критериев эффективности технической эксплуатации автомобилей.
2. Разработать алгоритм оценки технической эксплуатации автомобилей на основе системы универсальных коэффициентов-критериев.
3. Разработать методику оценки технической эксплуатации автомобилей на основе системы универсальных коэффициентов-критериев.
4. Установить взаимосвязь прибыли грузовых коммерческих АТП с эффективностью технической эксплуатации автомобилей, определенной на основе системы универсальных критериев.

РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

Анализ экономической теории позволил определить общую зависимость эффективности эксплуатации автомобилей:

$$Э = \Delta S - E_н K, \quad (1)$$

где ΔS – разница затрат при эксплуатации сравниваемых автомобилей;

$E_н$ – отраслевой нормативный коэффициент эффективности;

К – капитальные вложения, обеспечивающие эксплуатацию автомобилей.

В свою очередь издержки на эксплуатацию автомобилей имеют следующую структуру.

$$S = S_Т + S_{СМ} + S_{ТОР} + S_Ш + S_В + S_{АМ} + S_Н + S_Д, \quad (2)$$

где $S_Т$ - затраты на топливо;

$S_{СМ}$ - затраты на смазочные материалы;

$S_{ТОР}$- затраты на ТО и ремонт;

$S_Ш$ - затраты на шины;

$S_В$ - затраты на зарплату водителям;

$S_{АМ}$ - затраты на амортизацию;

$S_Н$ - накладные расходы;

$S_Д$ - затраты на налоги.

Данные составляющие эксплуатационных затрат можно разделить на две группы:

- условно технические – к ним относятся $S_Т, S_{СМ}, S_{ТОР}, S_Ш$.
- условно организационные – к ним относятся $S_В, S_{АМ}, S_Н, S_Д$.

На практике затраты на топливо, смазочные материалы и шины определяются по существующим методикам, и в достаточной мере соответствуют реальным значениям. Затраты на ТО и ремонт в основном складываются из затрат на оплату труда ремонтных рабочих, затраты на обеспечение функционирования производственно-технической базы, затрат на запасные части и материалы. Последняя составляющая может быть самой значимой, но в тоже время наиболее трудноопределимая, поскольку существующие методики определения затрат на запасные части и материалы и используемые в них нормативы усреднены, зачастую не адекватны к реальным условиям функционирования большинства транспортных предприятий.

Расход запасных частей и материалов при эксплуатации автомобилей является сложным комплексным свойством, которое необходимо учитывать при определении эффективности автомобилей.

Для оценки эффективности автомобилей необходимо использовать обобщающие измерители эффективности автомобиля, одним из которых может быть «эксплуатационная затратность». Данный измеритель в достаточной мере раскрывает эффективность транспортных средств, т.к. являются конечным экономическим показателем.

Для анализа этого свойства предлагается ввести его определение – *эксплуатационная затратность* (*ЭЗ*) – это свойство автомобиля, характеризующее расход на него запасных частей и материалов при эксплуатации, выраженный в удельных денежных единицах и зависящий от фактического расхода запасных частей и материалов и их коньюктурной стоимости.

$$ЭЗ = \frac{\sum_{i=1}^{n} МЗ_i \cdot C_i}{L}, \qquad (3)$$

где $МЗ_i$ - затраты i-го образца материала или запасной части, ед.;

C_i - коньюктурная стоимость i-го образца материала или запасной части для i-го агрегата или системы автомобиля;

L – пробег автомобиля за исследуемый период.

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

На основании эксплуатационной затратности разработана математическая модель (4) и система универсальных коэффициентов-критериев оценки эффективности эксплуатации сравниваемых автомобилей:

$$\begin{aligned}\Delta ЭЗ = \frac{1}{L}(&З_{Т2}(K_{C_Т} K_{Q_Б} - 1) + З_{СМ_2}(K_{СМ} K_{Q_Б} K_{Н_{СМ}} - 1) + \\ &+ C_{Ш_2} И_{Ш_2}(K_{C_Ш} K_{И_Ш} - 1) + З^{Ш}_{В2}(K_{З^{Ш}_{В}} - 1) + З_{ТОиР2}(K_{L_{ОБЩ}} K_{Н^{ТОиР}_{\Sigma}} - 1)),\end{aligned} \qquad (4)$$

где $K_{C_Т} = \frac{C_{T_1}}{C_{T_2}}$ – коэффициент-критерий оценки эффективности эксплуатации по стоимости топлива;

C_{T_1}, C_{T_2} – соответственно стоимость топлива сравниваемых 1-го и 2-го автомобилей;

$K_{Q_S} = \frac{Q_{S1}}{Q_{S2}}$ – коэффициент-критерий оценки эффективности эксплуатации по расходу топлива;

Q_{S1}, Q_{S2} – соответственно расход топлива сравниваемых 1-го и 2-го автомобилей;

$K_{C_{CM}} = \frac{C_{CM_1}}{C_{CM_2}}$ – коэффициент-критерий оценки эффективности эксплуатации по стоимости смазочного материала;

C_{CM_1}, C_{CM_2} – соответственно стоимость смазочных материалов сравниваемых 1-го и 2-го автомобилей;

$K_{H_{CM}} = \frac{H_{CM_1}}{H_{CM_2}}$ – коэффициент-критерий оценки эффективности эксплуатации по норме расхода смазочного материала;

H_{CM_1}, H_{CM_2} – соответственно норма расхода смазочных материалов сравниваемых 1-го и 2-го автомобилей;

$K_{C_Ш} = \frac{C_{Ш_1}}{C_{Ш_2}}$ – коэффициент-критерий оценки эффективности эксплуатации по стоимости автомобильных шин;

$C_{Ш_1}$, $C_{Ш_2}$ – соответственно стоимость шин сравниваемых 1-го и 2-го автомобилей;

$K_{И_Ш} = \frac{И_{Ш_1}}{И_{Ш_2}}$ – коэффициент-критерий оценки эффективности эксплуатации по износу (расходу) шин.

$И_{Ш_1}$, $И_{Ш_2}$ – соответственно норма износа шин сравниваемых 1-го и 2-го автомобилей;

$K_{З_В^Ш} = \frac{З_{B1}^{Ш}}{З_{B2}^{Ш}}$ – коэффициент-критерий оценки эффективности эксплуатации по затратам на восстановление автомобильных шин;

$З_{B1}^{Ш}$, $З_{B2}^{Ш}$ – соответственно затраты на восстановление шин сравниваемых 1-го и 2-го автомобилей;

$K_{L_{ОБЩ}} = \frac{L_{ОБЩ1}}{L_{ОБЩ2}}$ – коэффициент-критерий оценки эффективности эксплуатации по общему пробегу автомобилей;

$L_{ОБЩ1}$, $L_{ОБЩ2}$ – соответственно общие пробеги за анализируемый период сравниваемых 1-го и 2-го автомобилей;

$K_{H_\Sigma^{ТОиР}} = \frac{H_{\Sigma 1}^{ТОиР}}{H_{\Sigma 2}^{ТОиР}}$ – коэффициент-критерий оценки эффективности эксплуатации по затратам на ТО и ремонт;

$H_{\Sigma 1}^{ТОиР}$, $H_{\Sigma 2}^{ТОиР}$ – соответственно норма затрат на ТО и ремонт сравниваемых 1-го и 2-го автомобилей.

Математическая модель (4) основывается на системе универсальных коэффициентов-критериев оценки эффективности эксплуатации автомобиля учитывает в денежном эквиваленте:

1. Расход запасных частей и материалов в сложившихся на АТП условиях работы.
2. Стоимость запасных частей и материалов для конкретной модели автомобиля.
3. Режимы эксплуатации автомобиля с позиции минимальных затрат на его эксплуатацию.

Полученный показатель эффективности эксплуатации ΔЭЗ позволяет:

1. Оценивать эффективность эксплуатации автомобилей в денежном эквиваленте.

2. Сравнивать эффективность различных марок и моделей автомобилей в денежном эквиваленте.

3. Оценивать эффективность различных марок и моделей автомобилей для конкретных условий эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лейдерман, С. Р. Эксплуатация грузовых автомобилей (технико-экономические основы) [Текст] / С. Р. Лейдерман. - М.: Транспорт, 1966. – 152 с.

2. Великанов, Д. П. Автомобильные транспортные средства [Текст] / Д. П. Великанов, В. И. Бернацкий, Б. Н. Нифонтов. И. П. Плеханов. - М.: Транспорт, 1977. – 523 с.

3. Афанасьев, Л. Л. Единая транспортная система и автомобильные перевозки [Текст] : Учеб. для студентов вузов, обучающихся по спец. «Автомобили и автомоб. хоз-во». / Л. Л. Афанасьев, Н. Б. Островский, С. М. Цукерберг. – изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1984. – 333 с

4. Вельможин, А. В. Грузовые автомобильные перевозки [Текст]: Учебник для вузов. / А.В. Вельможин, В.А. Гудков , Л. Б. Миротин. - изд. 2-е, стереотип. Издательство : Горячая Линия-Телеком, 2007. - 560 стр.

5. Ходош, М. С. Грузовые автомобильные перевозки [Текст]: Учебник для техн. М.: Транспорт 1986.- 208 с.

6. Фасхиев, Х. А. Обеспечение конкурентоспособности грузовых автомобилей на этапе разработки [Текст] / Х. А Фасхиев, И. М. Костин. – Набережные Челны: Изд-во КамПИ, 2001. 349 с.

7. Фасхиев, Х. А. Технико-экономическая оценка грузовых автомобилей при разработке [Текст] / / Х. А Фасхиев, И. М. Костин. – Набережные Челны: Изд-во КамПИ, 2002. 480 с.

8. Ременцов, А. Н. К вопросу оценки качества и конкурентоспособности грузовых автотранспортных средств [Текст] / А. Н. Ременцов, В. А. Зенченко, А. Е. Чернышов // Труды 65-ой науч.-метод. и науч.-исслед. конф. МАДИ (ГТУ) «Проблемы технической эксплуатации и автосервиса подвижного состава автомобильного транспорта». – М.:МАДИ (ГТУ), 2007. – С. 66 – 83.

Мигачев Виктор Анатольевич
Ульяновский государственный технический университет, г. Ульяновск
Аспирант, старший преподаватель кафедры «Автомобили»
Тел. +7 (8422) 41 75 07
E-mail: v.migachev@ulstu.ru

Родионов Юрий Владимирович
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, г. Пенза
Доктор технических наук, профессор, директор автодорожного института
Тел. +7 (8412) 49 60 58
E-mail: dekauto@pguas.ru

Обшивалкин Михаил Юрьевич
Ульяновский государственный технический университет, г. Ульяновск
Кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Автомобили»
Тел. +7 (8422) 41 75 07
E-mail: muo@ulstu.ru

V. A. MIGACHEV, V. RODIONOV, M. OBSHIVALKIN

PERFORMANCE CRITERIA ROLLING ROAD TRANSPORT

The analysis of the criteria used in assessing the operational efficiency of cars. Odds proposed criteria for methodology evaluation of the effectiveness of road transport on the basis of the universal coefficient-criteria. A mathematical model to evaluate the efficiency of cars in terms of money.

Key words: *assessment, effectiveness, rate-criterion.*

BIBLIOGRAPHY

1. Leyderman, S. R. Ekspluatatsiya gruzovykh avtomobiley (tekhniko-ekonomicheskie osnovy) [Tekst] / S. R. Leyderman. - M.: Transport, 1966. - 152 s.

2. Velikanov, D. P. Avtomobil`nye transportnye sredstva [Tekst] / D. P. Velikanov, V. I. Bernats-kiy, B. N. Nifontov. I. P. Plekhanov. - M.: Transport, 1977. - 523 s.

3. Afanas`ev, L. L. Edinaya transportnaya sistema i avtomobil`nye perevozki [Tekst] : Ucheb. dlya studentov vuzov, obuchayushchikhsya po spets. "Avtomobili i avtomob. khoz-vo". / L. L. Afanas`ev, N. B. Ostrov-skiy, S. M. Tsukerberg. - izd. 2-e, pererab. i dop. - M.: Transport, 1984. - 333 s

4. Vel`mozhin, A. V. Gruzovye avtomobil`nye perevozki [Tekst]: Uchebnik dlya vuzov. / A.V. Vel`mo-zhin, V.A. Gudkov , L. B. Mirotin. - izd. 2-e, stereotip. Izdatel`stvo : Goryachaya Liniya-Telekom, 2007. - 560 str.

5. Hodosh, M. S. Gruzovye avtomobil`nye perevozki [Tekst]: Uchebnik dlya tekhn. M.: Transport 1986.- 208 s.

6. Faskhiev, H. A. Obespechenie konkurentosposobnosti gruzovykh avtomobiley na etape razrabotki [Tekst] / H. A Faskhiev, I. M. Kostin. - Naberezhnye Chelny: Izd-vo KamPI, 2001. 349 s.

7. Faskhiev, H. A. Tekhniko-ekonomicheskaya otsenka gruzovykh avtomobiley pri razrabotke [Tekst] / / H. A Faskhiev, I. M. Kostin. - Naberezhnye Chelny: Izd-vo KamPI, 2002. 480 s.

8. Rementsov, A. N. K voprosu otsenki kachestva i konkurentosposobnosti gruzovykh avtotransportnykh sredstv [Tekst] / A. N. Rementsov, V. A. Zenchenko, A. E. Chernyshov // Trudy 65-oy nauch.-metod. i nauch.-issled. konf. MADI (GTU) "Problemy tekhnicheskoy ekspluatatsii i avtoservisa podvizhnogo sostava avtomobil`nogo transporta". - M.:MADI (GTU), 2007. - S. 66 - 83.

Отф
краю
Нет (

УДК 330.1 (470)

Ю. Н. РИЗАЕВА, Т. В. КОРЧАГИНА, А. И. ПАПОНОВА

МОДЕЛЬ ПОИСКА ЭФФЕКТИВНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АВТОТРАНСПОРТНОЙ СОЦИОПРИРОДОЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ *

В статье рассматривается инструментарий поиска оптимальных управленческих решений при функционировании открытых автотранспортных социоприродоэкономических систем (СПЭС) в реальных условиях эксплуатации транспортных средств. Предметом исследования является оптимизация отношений между природными ресурсами, естественными условиями жизни общества и его социально-экономическим развитием, стремление к сохранению и воспроизводству среды жизнедеятельности человека.

***Ключевые слова**: автотранспортные системы, окружающая среда, кибернетический подход.*

Для эффективного функционирования автотранспортной социоприродоэкономической системы (СПЭС) [1] необходимо иметь достаточный объем информации для того, чтобы объективно оценивать ситуацию во внешней и природной средах, производить анализ собственной деятельности, снижать экологические опасности.

Задачей современной теории управления в социоприродоэкономических системах является разработка принципов, методов и средств, необходимых для эффективной организации функционирования этих систем, т.е. управления, с целью достижения наиболее высоких показателей производительности, труда, экономичности систем при выполнении экологических и эргономических требований. Известно, что достигнуть эффективного управления объектом возможно на основе кибернетического подхода.

Во второй половине XX века в науке появилось новое понятие, связанное с развитием кибернетики, - экологический подход. Данное понятие предполагает моделирование и анализ взаимосвязей в системе объект – окружающая среда, где в качестве объекта может рассматриваться не только живой организм, но и взаимосвязь между природными ресурсами, естественными условиями жизни общества и его социально-экономическим развитием. Предметом исследования является оптимизация этих отношений, стремление к сохранению и воспроизводству среды жизнедеятельности человека.

* "Работа выполнена в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 год, государственный контракт № 14.740.11.0983 от 05.05.2010 г."

С точки зрения кибернетического подхода управление автотранспортной СПЭС рассматривается как совокупность процессов обмена, обработки и преобразования информации. Системное представление управления СПЭС отражено на рис. 1. Система управления включает три подсистемы: управляющую систему (УС), объект управления (ОУ) и систему связи (СВ).

Устройство для реализации целенаправленных воздействий - управляющая система, объект управления и система связи образуют систему с управлением (СУ). Свойства и особенности объекта и системы с управлением в целом не могут быть оценены и учтены без рассмотрения их связей с окружающей и внешней средами.

Управляющая система совместно с системой связи образует систему управления логистикой. Система связи включает канал прямой связи, по которому передается входная информация {X} и канал обратной связи, по которому к управляющей системе передается информация о состоянии объекта управления {Z}. Информация об управляемом объекте, внешней и окружающей сред воспринимается управляющей системой, перерабатывается в соответствии с той или иной целью управления и в виде управляющих воздействий переда-

ется на объект управления. Использование понятия обратной связи является отличительной чертой кибернетического подхода.

УДК 330.1 (470)

КОРЧАГИН В. А., д.т.н., проф., Липецкий государственный технический университет,
РИЗАЕВА Ю. Н. к.э.н., доц., Липецкий государственный технический университет

УПРАВЛЕНИЕ ОТКРЫТЫМИ АВТОТРАНСПОРТНЫМИ СИСТЕМАМИ

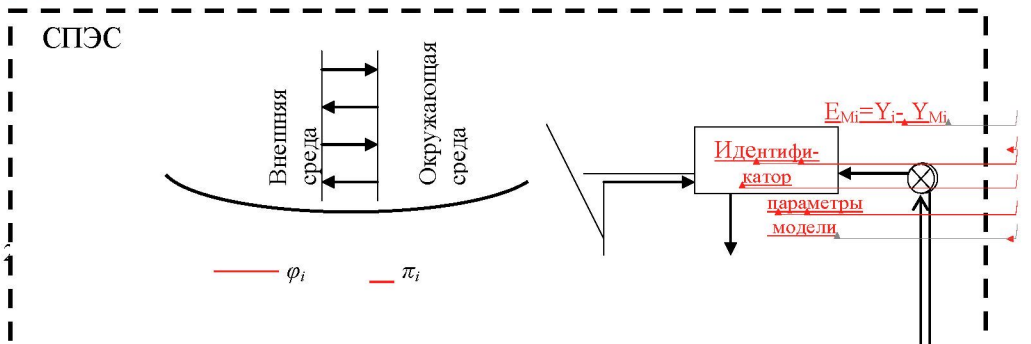
Автотранспортная социоприродоэкономическая система (СПЭС) постоянно должна заниматься сбором информации для того, чтобы объективно оценивать ситуацию во внешней и природной средах, производить анализ собственной деятельности, снижать экологические опасности. Основные требования к организации информационного обеспечения СПЭС достаточно универсальны:

- полнота информации;
- объективность информации;
- разумная достаточность для принятия эффективных управленческих решений;
- информация должна быть систематизирована и удобна для пользования управляющими.

Характер и объем имеющейся текущей информации СПЭС является недостаточным для принятия эффективного решения. Если данное решение носит оперативный, непринципиальный в масштабах системы характер, то делу могут помочь интуиция, личный опыт управляющих и сотрудников, непосредственно занимающихся данными вопросами. Когда же *степень риска высока*, а объем затрачиваемых средств значителен, интуиции для принятия масштабного управленческого решения явно недостаточно.

Задачей современной теории управления в социоприродоэкономических системах является разработка принципов, методов и средств, необходимых для эффективной организации функционирования этих систем, т.е. управления, с целью достижения наиболее высоких показателей производительности, экономичности систем при выполнении экологических и эргономических требований. Известно, что достигнуть эффективного управления объектом возможно на основе кибернетического подхода. А в практике моделирования систем информатики наиболее часто приходится иметь дело с объектами, которые в процессе своего функционирования содержат элементы стохастичности и подвергаются стохастическим воздействиям внешней и окружающей сред. Поэтому основным методом получения результатов с помощью имитационных моделей стохастических открытых автотранспортных систем является метод статистического моделирования на ЭВМ, использующий в качестве теоретической базы предельные теоремы теории вероятностей. Возможность получения пользователем модели результатов статистического моделирования сложных автотранспортных систем в условиях ограниченности машинных ресурсов существенно зависит от эффективности процедур генерации псевдослучайных последовательностей на ЭВМ, положенных в основу имитации воздействий на элементы моделируемой автотранспортной СПЭС.

С точки зрения кибернетического подхода управление автотранспортной СПЭС рассматривается как совокупность процессов обмена, обработки и преобразования информации. Кибернетический подход представляет СПЭС как систему с управлением (рис.1), включающую три подсистемы: управляющую систему (УС), объект управления (ОУ) и систему связи (СВ).



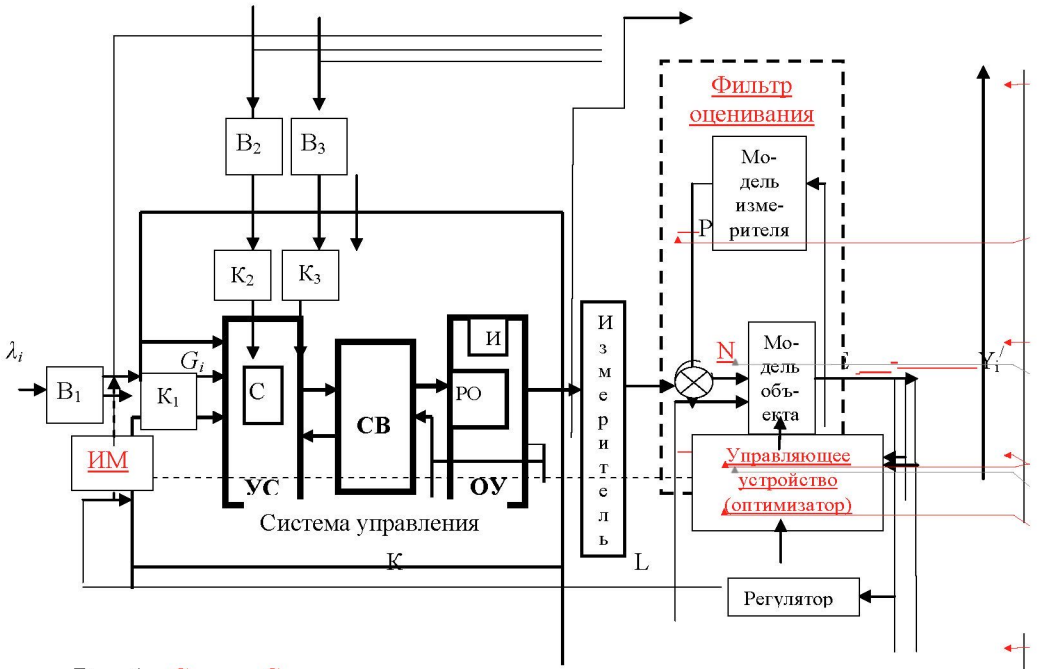


Рис. 1. ~~Схема~~ Системное представление управления социоприродоэкономической системой

~~Статистическое моделирование предетавляет собой метод получения с помощью ЭВМ статистических данных о процессах, происходящих в моделируемой системе. Для получения предетавляющих интерес оценок характеристик моделируемой СПЭС с учетом воздействий внешней и окружающих сред статистические данные обрабатываются и классифицируются с использованием методов математической статистики.~~

~~Сущность метода статистического моделирования сводится к построению для процесса функционирования исследуемой системы некоторого моделирующего алгоритма, имитирующего поведение и взаимодействие элементов системы с учетом случайных входных воздействий и воздействий внешней и окружающих сред, и реализации этого алгоритма с использованием программно-технических средств ЭВМ.~~

~~Назовём некоторую условно обособленную совокупность элементов материального мира, процессы в которой подвергаются целенаправленным воздействиям – объектом управления. Устройство для реализации целенаправленных воздействий – управляющая система, объект управления и система связи образуют систему с управлением (СУ). Свойства и особенности объекта и системы с управлением в целом не могут быть оценены и учтены без рассмотрения их связей с окружающей и внешней средами.~~

~~Управляющая система совместно с системой связи образует систему управления логистикой. Система связи включает канал прямой связи, по которому передается входная информация {X} и канал обратной связи, по которому к управляющей системе передается информация о состоянии объекта управления {Z}. Информация об управляемом объекте, внешней и окружающей сред воспринимается управляющей системой, перерабатывается в соответствии с той или иной целью управления и в виде управляющих воздействий передается на объект управления. Использование понятия обратной связи является отличительной чертой кибернетического подхода.~~

Статистическое моделирование открытой автотранспортной системы на ЭВМ требует формирования значений случайных величин, что реализуется с помощью датчиков (генера-

торов) случайных чисел. Не останавливаясь пока на способах их реализации для целей моделирования на ЭВМ, поясним сущность метода статистического моделирования открытой ~~автотранспортной системы~~СПЭС.

Для функционирования системы управления необходимо существование некоторого набора правил (алгоритмов и программ), позволяющих добиваться поставленных целей управления в различных ситуациях. В общем виде СУ и её взаимодействие с окружающей и внешней средами можно представить в виде функциональной упрощенной схемы, ~~показанной на~~ рис. 1.

Объект управления создает воздействие Y_i на окружающую и внешнюю среды. Воздействие Y_i характеризует желаемое состояние или положение ОУ и называется управляемой величиной. Методом статистического моделирования ~~просто найти~~определяем оценки выходных характеристик стохастической открытой автотранспортной СПЭС. Целью моделирования является оценка математического ожидания M [y] величины Y_i. Зависимость последней от входного воздействия G_i и воздействия внешней и окружающей сред $F_{вi}$ и $F_{пi}$ имеет вид

$$Y_i = \sqrt{G_i^{\,2} + F_{Bi}^{\,2} + F_{\Pi i}^{\,2}}. \quad (1)$$

В качестве оценки математического ожидания M [y], если использовать теоремы теории вероятностей (теорема Бернулли, Пуассона, Чебышева и др.), может выступать среднее арифметическое, вычисленное по формуле

$$\overline{y} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} y_i, \quad (2)$$

где y_i - случайное значение величины y;

N - число реализаций, необходимое для статистической устойчивости результатов.

Информация о действительном (текущем) значении управляемой величины Y_i в большинстве СУ используется для выработки управляющего воздействия U на ОУ, поэтому информация о Y_i вводится в УС.

Воздействие ОУ на окружающую и внешнюю среды может осуществляться комплексно (одновременно по нескольким параметрам). В этом случае оно будет векторной величиной $\overline{Y}$.

Со стороны внешней среды на ОУ действует возмущающее воздействие $F_{вi}$, а со стороны окружающей среды – воздействие $F_{пi}$:

$$F_{Bi} = 1 - e^{-\varphi i}, \quad (3)$$

$$F_{\Pi i} = 1 - e^{-\pi i}, \quad (4)$$

где $\varphi i, \pi i$ - случайные величины, для которых известны их функции распределения.

Информация о возмущающих воздействиях $F_{вi}$ и $F_{пi}$ используется в УС для выработки управляющего воздействия U.

На вход УС подаётся задающее воздействие G_i, содержащее информацию о цели управления, т.е. о предписанном (заданном) значении Y_i.

$$G_i = 1 - e^{-\lambda i}, \quad (5)$$

где λi - случайная величина, для которой известна функции распределения.

В структурной схеме управления СПЭС элементы выполняют следующие функции: вычисление

$$B_1: G_i = 1 - e^{-\lambda i}; \quad (6)$$

$$B_2: F_{Bi} = 1 - e^{-\varphi i}; \quad (7)$$

$$B_3: F_{\Pi i} = 1 - e^{-\pi i}; \quad (8)$$

возведение в квадрат

$$К_1: h_i^{/} = (1 - e^{-\lambda i})^2; \quad (9)$$

$$К_2: h_i^{//} = (1 - e^{-\varphi i})^2; \quad (10)$$

$$К_3: h_i^{///} = (1 - e^{-\pi i})^2. \quad (11)$$

Воздействия U, G_i, $F_{вi}$, $F_{пi}$, так же как и Y_i, в общем случае могут быть векторными. В показанной на рис. 1 схеме СУ управляющее воздействие U вырабатывается в результате переработки информации об управляемой величине Y_i, задающем воздействии G_i и о возмущающих воздействиях $F_{вi}$ и $F_{пi}$.

Суммирование (С) воздействий G_i, $F_{вi}$, $F_{пi}$, производимое в подсистеме УС:

$$U_i = (1 - e^{-\lambda i})^2 + (1 - e^{-\varphi i})^2 + (1 - e^{-\pi i})^2; \quad (12)$$

извлечение квадратного корня (И), выполняемое в подсистеме ОУ:

$$Y_i = \sqrt{(1 - e^{-\lambda i})^2 + (1 - e^{-\varphi i})^2 + (1 - e^{-\pi i})^2}. \quad (13)$$

Подобные СУ дают удовлетворительное качество управления лишь при высокой стабильности параметров СУ, окружающей и внешней сред ~~и при невысоких требованиях к точности~~. По структуре эти СУ являются разомкнутыми, так как не имеют обратной связи по управляемому параметру Y_i и не образуют замкнутого контура управления.

Более высокое качество управления позволяют получить замкнутые СУ, в которых используется информация об управляемой величине Y_i и задающем воздействии G_i. Управляющее воздействие U в этих СУ вырабатывается в зависимости от отклонения Y_i, от значения G_i и независимо от причин, вызвавших это отклонение. Такое управление может быть названо гибким, так как при этом учитывается действительное состояние ОУ. Информация об Y_i передаётся в УС, образуя контур главной обратной связи (сигнал с выхода системы подаётся на вход).

Системы управления, в которых используется информация о четырех воздействиях: G_i, Y_i, $F_{вi}$ и $F_{пi}$ называются комбинированными. Комбинированные системы автоматизированного управления (САУ) имеют более высокое качество управления, чем системы, работающие только по отклонению, так как информация о значении возмущающего воздействия $F_{вi}$ и $F_{пi}$ позволяет УС работать с предвидением, т.е. начинать компенсацию внешнего возмущения, нарушающего нормальную работу ОУ раньше, чем возникнет достаточно большое отклонение.

~~Любая сфера деятельности в окружающей среде связана с необходимостью воздействия на различные объекты с целью приведения их в желаемое состояние.~~

~~Внешние воздействия на объект, направленные на изменение траектории его естественного движения для достижения определенной заданной цели, будем называть управлением объектом.~~

~~Управление объектами, различными по своей природе (социально-экономическими, техническими, биологическими), подразумевает использование концептуально общих принципов, включающих наличие информации о: конечной цели управления; начальных условиях функционирования объекта; его внутренней структуре; внешней и окружающей средах.~~

Постановка цели управления (цели функционирования объекта) является отправной точкой для проектирования процесса управления и определяет критерии функционирования объекта. Если рассматривать произвольный процесс управления природотехнической системы, то становится очевиден следующий вывод. При отсутствии определенной заранее цели, проектирование процесса управления не имеет смысла.

~~Начальные условия описывают координаты состояния объекта с учетом конкретных значений его параметров в нулевой момент времени, выбранный для целей управления. В зависимости от целей могут быть выбраны различные временные интервалы и соответствующие значения координат.~~

Внутренняя структура отображает закономерности функционирования объекта. Это может быть функция, алгоритм или программа, описывающие объект. Внешняя и окружающая среды дают объективную характеристику окружающим условиям, параметрам и структуре внешних объектов, взаимодействующих в той или иной степени с данным объектом. Как можно более полное отображение внешней и природной сред повышает вероятность совпадения предполагаемых и фактических последствий принятия решений в процессе управления.

Управление объектом включает: проектирование плановой траектории его движения в соответствии с определенным критерием; проектирование регулятора, корректирующего координаты объекта в соответствии с плановой траекторией.

Автотранспортным социоприродоэкономическим системам свойственна неполная измерительная информация, когда измеряются не все координаты состояния или измерения сопровождаются заметными измерительными помехами, которые нельзя игнорировать. Из теории фильтрации случайных процессов [2] известно, что недостающая текущая информация об объекте может быть восполнена алгоритмически по результатам имеющихся измерений так называемым фильтром оценивания состояния. СПЭС – это системы с технологическими параметрами состояния, непосредственное измерение которых технически сложно или невозможно, но возможно измерение косвенно связанных с ними параметров. Достаточная, но не полная текущая информация может быть дополнена до полной информации алгоритмическим путем.

Кроме текущей информации о состоянии объекта СПЭС характеризуются постоянной информацией о свойствах объекта в виде структуры и коэффициентов уравнений его модели, называемых константами объекта. Можно сказать, что текущая информация предназначена для физической реализации заданного закона управления в регуляторе, тогда как постоянная информация необходима для конкретизации этого закона применительно к данному объекту. Под конкретизацией закона управления понимается задание структуры уравнений этого закона и задание численных значений констант регулятора. Для создания системы управления необходимо, прежде всего, выбрать закон управления (тип регулятора), а затем, в рамках выбранного типа регулятора найти его константы, отвечающие данному объекту и, желательно, близкие к оптимальным.

Главный вопрос создания и обеспечения устойчивых открытых автотранспортных социоприродоэкономических систем – это вопрос получения необходимой для управления информации. Текущая информация о состоянии объекта получается с помощью технических устройств – измерителей, а постоянная информация о свойствах объекта получается в результате экспериментальной настройки уже действующей системы. При этом предлагаемый в данной работе метод настройки предполагает отсутствие специальных воздействий на объект и реализуется чисто алгоритмическим путем в режиме нормальной эксплуатации СПЭС.

Для успешной работы алгоритма необходимо только определить порядок объекта управления и выбрать для него подходящую структуру закона управления, т. е. подходящий тип регулятора.

Из теории управления известно, что для оптимального управления СПЭС следует восполнять недостающую текущую информацию. Это производится путем фильтрации результатов имеющихся измерений. Такие системы стабилизации включают в цепи обратной связи перед собственно регулятором еще один блок – фильтр оценивания состояния объекта. При этом необходимая постоянная информация включает, помимо констант регулятора, константы фильтра оценивания состояния. Но оптимальная структура такого фильтра оценивания известна – это сама модель объекта с аддитивной добавкой невязки измерений [2]. Следовательно, необходимая постоянная информация для таких систем включает совокупность констант регулятора и констант модели объекта вместе с коэффициентом усиления невязки измерений (константы самого уравнения измерений считаются априори известными). Получение численных значений указанных констант и составляет задачу настройки СПЭС.

Предметом настройки служит модель объекта с заменой в ней фактического, не измеряемого вектора состояния Y_i на вектор его оценки Y'_{Mi} ~~Yi'~~ по результатам измерений P и регулятор, в котором закон управления определяется в функции оценки Y'_{Mi} ~~Yi'~~. Структурная схема системы управления СПЭС приведена на рис.1.

В векторной форме и в дискретном времени фильтр оценивания в форме модели объекта с невязкой измерений и регулятор описываются уравнениями [2]:

фильтр оценивания $Y'_{Mi}(t) = B\ Y_i\ /(t-1) + A\ L(t) + V\ E(t)$, (1)

~~Yi/(t)=A* Yi/ (t-1)+B*L(t)+G*E(t) – фильтр оценивания,~~ (14)

~~(невязка измерений2)~~ $N(t) = P\ (t) - H(B\ Y'_{Mi}(t-1) + A\ L(t))$ ~~E(t)=P(t)-H*(A* Yi/ (t-1)+B*L(t)) – невязка измерений~~, (15)

регулятор~~(3)~~ $L(t) = K\ Y'_{Mi}(t-1)$ ~~L(t)=K* Yi/ (t-1) – регулятор,~~ (16);

~~Здесь~~ где L – m-мерное векторное управление,

~~A,~~ B, A – n~~*~~xn и n~~*~~xm–мерные матричные коэффициенты модели объекта,

H – известный rxn-мерный матричный коэффициент уравнения измерений – $P(t) = HY_i(t)$ ~~P(t)=H*Yi(t),~~

~~Y~~P(t) – r-мерный вектор результатов измерений, ~~G~~ V – nxr-мерный матричный коэффициент усиления невязки измерений,

K – mxn-мерный матричный коэффициент передачи регулятора.

Оптимальный матричный коэффициент передачи регулятора K_{opt}, получаемый минимизацией среднеквадратичной ошибки вектора Yi, ~~в соответствии с~~ [1] равен:

~~(4)~~ $K_{opt} = -R\ B,\ R = (A^t\ Q\ A)^{-1} A^t\ Q,$ ~~K_{opt}= – R*A, R=(B^t*Q*B)^-1*B^t*Q,~~ (17)

где Q nxn-мерная симметричная матрица, выбираемая по смыслу критерия минимума ошибки вектора Yi.

Из замкнутого контура системы исключим управление, для чего подставим L(t) из (~~3~~16) в уравнения (14) и (~~2~~15):

$Y'_{Mi}(t) = C\ Y'_{Mi}(t-1) + V\ N(t)$, (18)

$N(t) = P\ (t) - H\ C\ Y'_{Mi}(t-1)$, (19)

~~(5)….. Yi'(t)=C* Yi'(t-1)+G*E(t),~~

~~(6)….N(t)=P(t)-H*C* Yi'(t-1),~~

где через C обозначена матрица ~~A~~B-~~B~~A~~*~~K.

Отсюда видно, что идентификацией векторного уравнения (~~5~~18) можно найти две матрицы: C и ~~G~~V. Далее, если коэффициент передачи регулятора K фиксировать в течение интервала идентификации, то можно определить искомые матрицы ~~A,~~ B, A через C. Затем по (~~4~~17) можно вычислить оптимальный коэффициент передачи регулятора K^{opt}. Тем самым будет решена задача настройки СПЭС с фильтром оценивания и регулятором.

Информация, подаваемая на вход объекта (G_i, F_{Bi}, $F_{Пi}$) одновременно поступает также на вход идентификатора. Выход модели Y'_{Mi} сравнивается с выходом объекта Y_i. Ошибки модели по каждому из каналов $E_{Mi} = Y_i - Y'_{Mi}$ вместе с информацией о входах используются идентификатором для подстройки параметров модели (коэффициентов).

Управляющее устройство (алгоритм), ориентируясь на заданный критерий (цель) оптимизации S, осуществляет на модели машинный эксперимент (чаще всего с помощью одного из поисковых алгоритмов), направленный на определение значений управляю-

щих воздействий (входов G_i, F_{Bi}, $F_{Пi}$) и соответствующего им значения выхода Y_i, удовлетворяющего заданному критерию оптимальности.

Отличительной особенностью подхода является разделение на два последовательных такта задач исследования объекта и управления им, что дает возможность наряду с решением задач управления получать знания о характеристиках объекта, что, в свою очередь, может быть использовано для дальнейшего совершенствования алгоритмов управления. Немаловажным преимуществом является возможность избежать дестабилизирующего воздействия отдельных каналов друг на друга, поскольку в рассматриваемой схеме управляющие воздействия на модель могут быть выбраны таким образом, чтобы они сразу удовлетворяли оптимальным траекториям всех выходов.

Теперь следуя [1] сконструируем процедуру адаптации автотранспортной социоприродоэкономической системы: рекуррентную одновременную настройку регулятора и фильтра оценивания состояния – получение матриц A, B, G. Обозначим через q – номер цикла идентификации, C_q, G_q – результаты идентификации на q-м цикле. Получаем следующий алгоритм:

1. получение результатов идентификации уравнения (5): C_q и G_q по окончании цикла q;
2. решение матричного уравнения $A-B*K=C_q$ при $K=K_{q-1}$ относительно констант объекта $A_q=f_1(C_q,K_{q-1})$, $B_q=f_2(C_q,K_{q-1})$, а так же вычисление $R_q=f_3(B_q,Q)$ по формуле (4);
3. вычисление приращения констант регулятора на q-м шаге $\Delta K_q=R_q*A_q\ K_{q-1}$;
4. рекуррентное корректирование констант регулятора $K_q=K_{q-1}+\Delta K_q$, K_0 – начальное значение константы K.

Здесь f_1, f_2, f_3 – матричные функции. Кроме констант регулятора K необходимо оценивать константы фильтра оценивания A, B, G.

Модель связанных объектов в СПЭС имеет вид:

(7)… $dY_i/dt=A*Y_i+B*L+h$.

Модель в дискретном времени имеет вид:

(8)….. $Y_i(t)=A*Y_i(t-1)+B*L(t)+h(t)$.

Здесь для экономии обозначений матрицы A, B обозначены теми же буквами, что и в непрерывном варианте (7). Для перехода в дискретное время необходимо соблюдать корректность. А именно, соотношение $dY_i/dt=Y_{i+1}$ корректно превращается для дискретного времени в соотношение $Y_i(t)-Y_i(t-1)=Y_{i+1}(t)$, а часто применяемое соотношение $Y_i(t)-Y_i(t-1)=Y_{i+1}(t-1)$ не корректно. Это различие проявляется потом при идентификации уравнения объекта вследствие того, что во втором варианте координаты в правой части уравнения (для t-1) оказываются взаимно зависимыми.

Современные социоприродоэкономические системы отличаются большим количеством элементов и связей между ними, высокой степенью динамичности, наличием нефункциональных связей между элементами, воздействием различных по своему характеру помех [1, 2]. Процессы, проистекающие в этих системах, плохо формализуемы. Поэтому задача синтеза оптимального управления решается в два этапа: строится программная (плановая) траектория и определяется управляющее воздействие, реализующее программу. С точки зрения систем эколого-экономического типа эти этапы носят название «планирование» и «регулирование». Планирование трактуется как определение оптимальной программы траектории управляемой социоприродоэкономической системой на конкретный период времени, а регулирование - как нахождение управляющих воздействий, которые направлены на устранение дестабилизирующих воздействий случайных возмущений, отклоняющих управляемую систему от оптимальной программной траектории.

Использование результатов модели позволяют осуществлять поиск эффективных решений по проблемам согласования экологических и экономических интересов общества и по вопросам улучшения поддержания равновесия и сбалансированности взаимодействия всех подсистем СПЭС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корчагин, В. А. О решении эколого-экономических проблем открытых автотранспортных систем [Текст] / В. А. Корчагин // Автотранспортное предприятие, 2008г., №6.

2. Корчагин, В. А. Эколого-экономические проблемы транспортных систем [Текст] / В. А. Корчагин // Наука и техника транспорта, 2008г., №2.

3. Советов, Б. Я., Яковлев С.А. Моделирование систем (2-е изд.) [Текст] / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. – М.: Высшая школа, 1998.

U. N. RIZAEVA, T. B. KORCHAGIN, A. I. PAPONOVA

MODEL SEARCH FOR EFFECTIVE FUNCTIONING MOTOR SYSTEMS SOTSIOPRIRODOEKONOMICHESKOY

In the article the tool of search of optimal administrative decisions is examined at functioning of the open motor transport natural economic frames systems in the real terms of exploitation of transport vehicles. The article of research is optimization of relations between natural resources, by the natural terms of life of society and his socio-economic by development, aspiring to maintenance and reproduction of environment of vital functions of man.

***Keywords**: motor transport systems, environment, cybernetic.*

BIBLIOGRAPHY

1. Korchagin, V. A. O reshenii ekologo-ekonomicheskikh problem otkrytykh avtotransportnykh sistem [Tekst] / V. A. Korchagin // Avtotransportnoe predpriyatie, 2008g., №6.

2. Korchagin, V. A. Ekologo-ekonomicheskie problemy transportnykh sistem [Tekst] / V. A. Korchagin // Nauka i tekhnika transporta, 2008g., №2.

3. Sovetov, B. YA., YAkovlev S.A. Modelirovanie sistem (2-e izd.) [Tekst] / B. YA. Sovetov, S. A. YAkovlev. - M.: Vysshaya shkola, 1998.

УДК 629.36

С. П. БАЖЕНОВ, Е. В. ТОЛСТЫХ

ПРОБЛЕМА ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ АВТОТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ

Уточнен термин «эксплуатационная надежность специализированной автотранспортной техники». Установлено влияние уровня эксплуатационной надежности специализированного автомобиля на полезные результаты от его использования на объектах теплоэнергетического комплекса. Приведена схема формирования определенного уровня надежности при участии производителя, ремонтной службы и службы эксплуатации. Изложен перечень положений, применение которых может быть направлено на повышение эксплуатационной надежности специализированных автомобилей.

Ключевые слова: *эксплуатационная надежность, автотранспортная техника, организация эксплуатации.*

В практике эксплуатации специализированной автотранспортной техники часто используется термин «надежность», но большая часть характеристик эксплуатационной надежности специализированных автомобилей не планируется и не оценивается.

Для полного представления о понятии «эксплуатационная надежность специализированной автотранспортной техники», следует решить следующие задачи:

- уточнить формулировку термина;
- определить единицы измерения;
- определить влияние характеристик эксплуатационной надежности специализированной автотранспортной техники на эффективность обслуживания объектов теплоэнергетического комплекса города;
- определить, какие факторы влияют на уровень эксплуатационной надежности специализированной автотранспортной техники;
- определить, как формируется эксплуатационная надежность на всех стадиях использования специализированной автотранспортной техники.

В отличие от надежности специализированной автотранспортной техники, закладываемой на стадии проектирования и производства, «эксплуатационная надежность специализированной автотранспортной техники» включает в качестве элементов сам специализированный автомобиль, организацию его эксплуатации, технического обслуживания и ремонта.

Под эксплуатационной надежностью специализированной автотранспортной техники будем понимать свойство системы безотказно работать в течение определенного интервала времени (или в течение определенного пробега для шасси) в заданных условиях эксплуатации при соблюдении установленных нормативами мер ТО и ТР с учетом оптимальной структуры парка и резервирования элементов системы.

Формирование уровня эксплуатационной надежности показано на рисунке 1.

В процессе эксплуатации используют ряд показателей эксплуатационной надежности.

В качестве основных обобщенных показателей уровня надежности специализированной автотранспортной техники «А» за календарный период времени T_K используются [1, 2]:

1) коэффициент технической готовности

$$K_{T.Г} = \frac{T_{РАБ}}{(T_{РАБ} + T_{РЕМ})}, \quad (1)$$

где $T_{РАБ}$ - число дней эксплуатации специализированного автомобиля,

$T_{РЕМ}$ - число дней простоя специализированного автомобиля в ремонте или ТО;

2) коэффициент использования

$$K_{T.И} = \frac{T_{РАБ}}{(T_{РАБ} + T_{РЕМ} + T_O)}, \quad (2)$$

где T_O - число дней простоя специализированного автомобиля в исправном состоянии по

организационным причинам.

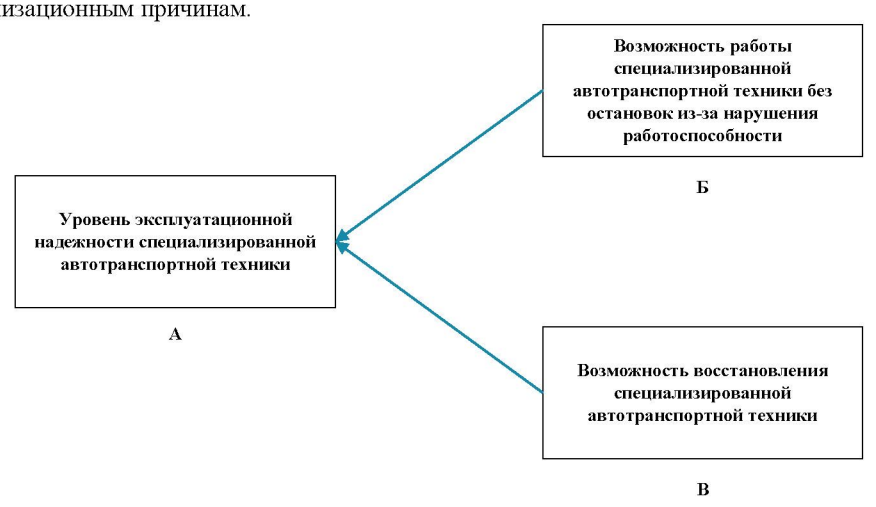


Рисунок 1 - Схема формирования уровней эксплуатационной надежности специализированной автотранспортной техники

Основными показателями уровня надежности группы «Б» для специализированной автотранспортной техники за период времени T_K являются:

а) среднее время T_{OP} (в днях) между остановками специализированного автомобиля из-за ремонтов или ТО;

б) среднее время T_{OO} (в днях) между остановками специализированного автомобиля, связанных с организационными причинами.

Основными показателями уровня надежности группы «В» за период времени T_K являются:

а) средняя продолжительность одного ремонта или ТО t_{PEM} (в днях);

б) среднее время простоя по организационным причинам t_O (в днях).

Различают планируемые и фактические значения показателей эксплуатационной надежности. Соответственно их привязывают к году эксплуатации специализированного автомобиля (1-й, 2-й и т.д.) и условиям работы (природно-климатическим и виду выполняемых работ). Следует иметь в виду, что уровень надежности отдельного специализированного автомобиля уменьшается по годам эксплуатации. Особенно интенсивно это наблюдается после 3-4-х лет использования.

В передовой практике широко используются эффективные информационные системы, позволяющие определять показатели надежности отдельных специализированных автомобилей за определенный календарный промежуток времени.

По отношению к лучшим мировым образцам специализированных автомобилей применительно к конкретной модели техники можно различить «высокий», «средний» и «низкий» уровень эксплуатационной надежности, характеризуемый определенными значениями показателей надежности.

Следует отметить, что характеристики эксплуатационной надежности оказывают непосредственное влияние на другие важнейшие характеристики работы специализированного автомобиля, такие как эксплуатационная производительность и эксплуатационная экономичность. В составе последней существенными являются потери от простоев специализированных автомобилей по техническим причинам, которые практически не учитываются в российской практике.

Характеристики надежности также влияют на экономически целесообразный срок службы специализированного автомобиля и его цену при продаже после определенного срока эксплуатации. Таким образом, можно утверждать, что характеристики эксплуатационной

надежности по сравнению с другими характеристиками специализированного автомобиля оказывают наибольшее влияние на успех деятельности потребителя этого специализированного автомобиля. Они являются важнейшими показателями потребительской ценности специализированного автомобиля.

Влияние уровня эксплуатационной надежности специализированного автомобиля на полезные результаты от его использования на объектах теплоэнергетического комплекса отражены схематично на рисунке 2.

Вполне очевидно, что в достижении определенного уровня эксплуатационной надежности специализированных автомобилей участвуют предприятия (подразделения), осуществляющие их проектирование, изготовление и эксплуатацию. В свою очередь, возможны следующие сочетания предприятий (подразделений), участвующих в достижении требуемого уровня надежности специализированных автомобилей:

- производитель, ремонтная служба (подразделение) предприятия, служба (подразделение) эксплуатации предприятия;
- производитель, дилер, служба эксплуатации предприятия;
- производитель, дилер, арендное предприятие, служба эксплуатации предприятия.

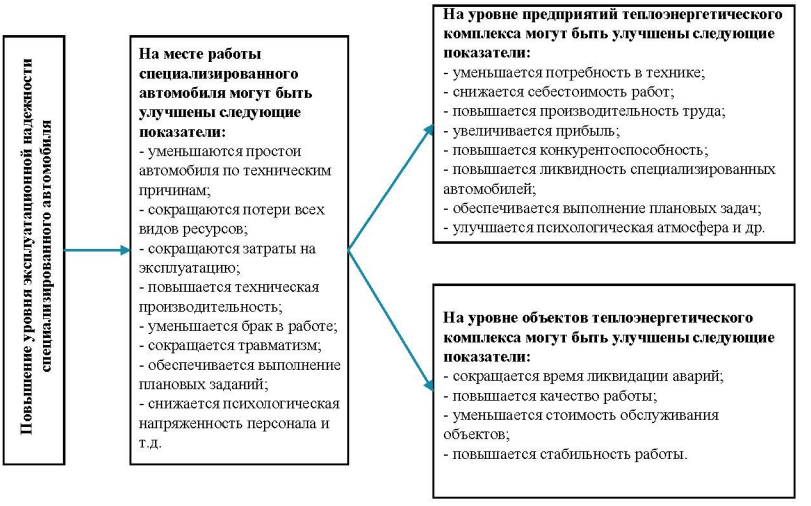


Рисунок 2 - Влияние уровня эксплуатационной надежности специализированного автомобиля на полезные результаты от его использования на объектах теплоэнергетического комплекса

Ниже основное внимание уделяется первому сочетанию, как наиболее распространенному. При необходимости рассматриваемое ниже распределение функций по формированию уровня надежности может быть распространено на любое сочетание.

Схема формирования определенного уровня надежности при участии производителя, ремонтной службы и службы эксплуатации предприятия приводится на рисунке 3.