

2. Haynike G. Tribokhimiya, M.: World, 1987, 584 pages.

3. Molchanov V.I., Seleznyov O.G., Zhirnov E.N. Activation of minerals when crushing, M.: Not Wad Dra, 1988, 208 pages.

4. Kragelsky I. V. Friction and wear. M.: Iashinostroyeniye, 1968, 480 pages.

5. Claims I.R., Udemys H. H. Iznosostoykost of elements of grinders of shock action. M.: Mechanical engineering, 1986, 160 pages.

6. Andrievsky, R.A. Nanocomposites on the basis of refractory connections: condition of developments and prospect. Materials science, 2006, No. 4, pp. 20-26.

7. V.S. Panov, A.A. Zaytsev. The solid WC-Co alloys alloyed by tantalum carbide. Obzor. Powder metallurgy and functional coverings, 2015, No. 2, pp. 44-48.

8. S.S. Ordanyan, I.B. Panteleev, T.V. Lukashova. Heat resistance and thermal stability of the alloyed solid WC-Co-Ni-RE (MN) alloys. Powder metallurgy and functional coverings, 2010, No. 2, pp. 23-25.

9. Akimov, V.V. Mekhanizm of liquid-phase agglomeration of hard-alloy composites of TiS-TiNi. News of higher educational institutions. Ferrous metallurgy, 2006, No. 6, pp. 33-35.

10. V. V. Akimov, A. F. Mishurov, E. V. Akimova. Zharostoykost the bezvolframovykh of solid TiC-TiNi alloys depending on volume structure of composition when heating to high temperatures. News of higher educational institutions. Ferrous metallurgy, 2016, T.59, No. 10, pp. 688-691.

11. Geller Yu. A. Instrumental became, M.: metallurgiya, 1975, 580 pages.

12. Popov A.YU., Vasilyev N. G., A.A. Rauba. Thermomechanical hardening of the hard-alloy plates used for turning of wheel couples. Zheleznodorozhny transport of Siberia: problems and prospects: Those. report academic and research conference, Omsk, 1989, Page 83.

*Акимов Валерий Викторович (Омск, Россия) – доктор технических наук, профессор кафедры «Автомобили, конструкционные материалы и технологии» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира,5).*

*Громовик Анатолий Иванович (Омск, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительная механика и геотехнологии» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира,5).*

*Грязнов Алексей Юрьевич (Омск, Россия) – инженер кафедры «Автомобили, конструкционные материалы и технологии» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира,5, e-mail:lexa-gryaznov@mail.ru).*

*Valery V. Akimov (Omsk, Russia) is the Doctor of Engineering, professor of "Cars, Constructional Materials and Technologies" department FGBOOU WAUGH of "SIBADI" (644080, Omsk, Mira Ave., 5).*

*Anatoly I. Gromovik (Omsk, Russia) is Candidate of Technical Sciences, the associate professor "Construction mechanics and geotechnologies" FGBOOU WAUGH of "SIBADI" (644080, Omsk, Mira Ave., 5).*

*Alexey Yu. Gryaznov (Omsk, Russia) is the engineer of "Cars, Constructional Materials and Technologies" department FGBOOU WAUGH of "SIBADI" (644080, Omsk, Mira Ave., 5).*

УДК 621.113.066

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ**

*Ю.В. Баженов, В.П. Каленов  
Владимирский государственный университет им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича  
Столетовых, Россия, г. Владимир*

**Аннотация.** В статье приведены результаты исследований эксплуатационной надежности электронных систем управления двигателем (ЭСУД). Обоснован комплекс диагностических параметров для оценки технического состояния подсистем ЭСУД и их нормативные значения. Построены графики и аналитические уравнения, описывающие закономерности изменения диагностических параметров по наработке. Предложена методика прогнозирования остаточного ресурса конструктивных элементов ЭСУД с использованием доверительных интервалов. Методика апробирована на примере прогнозирования остаточного ресурса подсистемы питания топливом ЭСУД 1.6 THP Turbo Tiptronic (110 кВт) автомобиля Peugeot 208.

**Ключевые слова:** ЭСУД, остаточный ресурс, прогнозирование, диагностический параметр, методика, доверительные границы.

## ВВЕДЕНИЕ

Основой прогнозирования остаточного ресурса технического объекта, находящегося в эксплуатации, служит диагностическая информация и нормативные значения параметров, оценивающих его техническое состояние. Сложность задачи прогнозирования состояния ЭСУД заключается в том, что в регламенте технического обслуживания автомобилей, операции контроля этих систем не предусмотрены. Заводами изготовителями при проведении регламентных ТО рекомендуется проверять коды неисправностей в памяти электронного блока управления (ЭБУ) и только при их наличии выполнять необходимые контрольно-диагностические операции. При отсутствии кодов неисправностей ЭСУД признается технически исправной и дополнительные проверки не проводятся. В результате допускается значительное число не выявленных в ЭСУД неисправностей и, как следствие, эксплуатационных отказов.

Для обеспечения требуемого уровня надежности ЭСУД при выполнении технических обслуживаний автомобилей необходимо проводить контрольно-диагностические операции по оценке ее технического состояния с прогнозированием остаточного ресурса. Бортовая система самодиагностики автомобиля не может выполнить эту задачу, так как ЭБУ заносит в свою память код неисправности только при выходе какого-либо диагностического параметра из заданного в программе нормативного интервала.

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ЭСУД

На начальной стадии создания объекта (проектирование и конструирование) оценку ресурса осуществляют, в основном, по результатам конструкторских расчетов и статистическим данным об его аналогах. Прогнозируемый при этом ресурс является заданной величиной, соответствующей некоторой вероятности, с которой ресурс должен быть реализован в эксплуатации. Поэтому на стадии проектирования в качестве прогнозируемого ресурса в технической документации указывается некоторый средний ресурс  $t_{cp}$  – математическое ожидание наработки изделия до предельного состояния.

В реальных условиях эксплуатации ресурс объекта из-за воздействия на него множества случайных факторов производства и эксплуатации варьирует в довольно широких пределах. Например, средняя наработка до отказа конструктивных элементов ЭСУД 1.6 THP Turbo Tiptronic (110 кВт) по результатам эксплуатационных наблюдений, выполненных на базе дилерского центра Peugeot (г. Владимир), варьирует от 37,5 до 194,7 тыс. км (табл. 1).

В отличие от стадии проектирования, когда прогнозируется ресурс всей генеральной совокупности создаваемых объектов, прогнозирование на стадии эксплуатации выполняют для конкретных изделий, частично реализовавших свой ресурс. В этом случае оценивается индивидуальный остаточный ресурс объекта, т.е. возможная продолжительность его эксплуатации от момента контроля технического состояния до достижения им предельного состояния. Отличается он от ресурса тем, что в качестве начала отсчета принимается текущая наработка, до которой объект уже какое-то время эксплуатировался.

Современные методы прогнозирования технического состояния объектов подразделяются на три основные группы: методы экспертных оценок, методы моделирования, статистические методы.

Наиболее достоверными при прогнозировании индивидуального остаточного ресурса изделий в условиях эксплуатации являются статистические методы, основанные на объективной оценке их технического состояния в текущий момент времени. Процесс прогнозирования с использованием статистических методов предусматривает выполнение следующих этапов:

- обоснование комплекса диагностических параметров, адекватно отражающих техническое состояние изделий и определение их нормативных значений;
- построение графиков изменения диагностических параметров по статистическим данным;
- разработка аналитических уравнений, описывающих закономерности изменения этих параметров по наработке;
- статистическая оценка остаточного ресурса.

Диагностирование электронных систем управления двигателем является одним из самых сложных видов работ по техническому

## РАЗДЕЛ II. ТРАНСПОРТ

Таблица 1 – Средняя наработка до отказа конструктивных элементов ЭСУД

| Конструктивный элемент ЭСУД  | Средняя наработка до отказа t, тыс. км. | Процент от общего количества отказов ЭСУД |
|--|---|---|
| 1. Электронный термостат (с датчиком температуры охлаждающей жидкости) | 37,5                                    | 12,1                                      |
| 2. Электромагнитная форсунка   | 125,8                                   | 4,2                                       |
| 3. Кислородный датчик  | 60,2                                    | 8,1                                       |
| 4. Каталитический нейтрализатор  | 132,5                                   | 5,2                                       |
| 5. Топливный насос   | 119,3                                   | 2,5                                       |
| 6. Топливный насос высокого давления (с регулятором давления топлива)  | 88,7                                    | 4,8                                       |
| 7. Датчик давления топлива   | 185,3                                   | 1,4                                       |
| 8. Электромагнитный клапан аварийного сброса давления наддува          | 109,2                                   | 2,2                                       |
| 9. Датчик давления наддува   | 156,5                                   | 4,1                                       |
| 10. Электромагнитный клапан регулирования давления наддува             | 94,5                                    | 4,0                                       |
| 11. Электронная дроссельная заслонка                                   | 87,1                                    | 6,8                                       |
| 12. Электродвигатель системы изменения подъема клапанов ГРМ            | 127,4                                   | 3,8                                       |
| 13. Электронасос охлаждения турбокомпрессора                           | 101,3                                   | 4,7                                       |
| 14. Электромагнитный клапан системы изменения фаз ГРМ                  | 70,7                                    | 8,3                                       |
| 15. Электронная педаль газа  | 140,6                                   | 1,2                                       |
| 16. Свеча зажигания  | 45,9                                    | 8,2                                       |
| 17. Катушка зажигания  | 102,1                                   | 6,2                                       |
| 18. Датчик положения коленчатого вала                                  | 178,8                                   | 1,9                                       |
| 19. Датчик положения распределительного вала                           | 194,7                                   | 2,6                                       |
| 20. ЭБУД   | 132,3                                   | 4,4                                       |
| 21. Турбокомпрессор  | 128,4                                   | 2,9                                       |

обслуживанию и ремонту автомобилей. Эффективное заключение о техническом состоянии ЭСУД (постановка диагноза) требует от исполнителя высокой квалификации, знаний конструкции обслуживаемого двигателя, умения пользоваться современным диагностическим оборудованием и нормативной технической документацией.

ЭСУД включают в себя от 30 до 50 конструктивных элементов. Контролировать

состояние каждого из них при проведении регламентных работ технического обслуживания (ТО) автомобиля экономически нецелесообразно, так как это приведет к большим трудовым затратам. Поэтому рекомендуется разбить ЭСУД на четыре подсистемы, каждая из которых может быть оценена одним диагностическим параметром, отражающим техническое состояние входящих в них конструктивных элементов [1]:

Таблица 2 – Нормативные значения диагностических параметров, оценивающих техническое состояние подсистем ЭСУД

| Диагностический параметр | Нормативное значение диагностического параметра |            |            |
|--------------------------|---|------------|------------|
|                          | Номинальное                                     | Допустимое | Предельное |
| $P_{дв}$ , мбар          | 40  | 80         | 100        |
| $P_{дт}$ , бар           | 3,0   | 7,0        | 9,0        |
| $\varphi_{гм}$ , °ПКВ    | 2,0   | 6,0        | 7,0        |
| $K_{кп}$ , %             | 1,5   | 5,5        | 6,2        |

- питания топливом – отклонением давления топлива в рампе  $P_{дт}$ ;
- подачи воздуха – отклонением давления воздуха во впускном коллекторе  $P_{дв}$ ;
- изменения фаз газораспределения – отклонением положения фазорегулятора впускного распределительного вала фгм;
- снижения токсичности отработавших газов – коэффициентом коррекции топливоподачи  $K_{кп}$ .

Нормативные значения диагностических параметров, найденные по результатам экспериментальных исследований подсистем ЭСУД двигателя ЕР6ДТ, приведены в табл. 2.

Исчерпание заложенного при проектировании ЭСУД ресурса обусловлено постепенным накоплением различных повреждений в их элементах (изнашивание, коррозия, и т.д.). Развитие таких повреждений в зависимости от времени или наработки носит плавный, монотонный характер, приводящий к возникновению постепенных отказов, поэтому с некоторой вероятностью изменение параметра технического состояния может быть описано линейной или степенной функцией

$$y(t) = y_n + ut; \quad (1)$$

$$y(t) = y_n + ut^\alpha, \quad (2)$$

где  $y_n$  – начальное значение параметра технического состояния;  $u$  – интенсивность изменения параметра по наработке;  $t$  – наработка изделия;  $\alpha$  – показатель степени, определяющий зависимость параметра  $y$  от наработки  $t$  (при  $\alpha \approx 1$  степенная функция преобразуется в линейную).

Изменение аналогового диагностического параметра по наработке для большинства узлов и систем автомобиля описывается теми

же функциями, что и параметры технического состояния. При прогнозировании остаточного ресурса подсистем ЭСУД, например, изменение диагностического параметра по наработке с достаточной степенью точности описывается линейной функцией

$$S = S_n + ut; \quad (3)$$

где  $S_n$  – начальное значение диагностического параметра;  $u$  – интенсивность изменения диагностического параметра по наработке  $t$ .

Графическая интерпретация этой зависимости представлена на рис.1.

Из приведенной схемы видно, что остаточный ресурс объекта  $t_{ост}$  представляет собой разность между прогнозируемым значением наработки до отказа и продолжительностью его эксплуатации, предшествующей прогнозируемому периоду  $t_i$ .

$$t_{ост} = t_{пр} - t_i. \quad (4)$$

Таким образом, для определения запаса исправной работы, необходимо, методом экстраполяции, по данным измерения диагностического параметра в период, предшествующий прогнозируемому, определить его дальнейшее изменение по наработке до предельного значения и разработать аналитическое уравнение, аппроксимирующее это изменение.

Значение предельной наработки до отказа из-за влияния большого числа факторов эксплуатации является случайной величиной, которая может быть описана дифференциальной функцией распределения  $f(t)$ . Поэтому фактически прогнозируемое предельное значение наработки до отказа представляет собой некоторую среднюю величину (на схеме она соответствует реализации 1), которая определяется из выражения

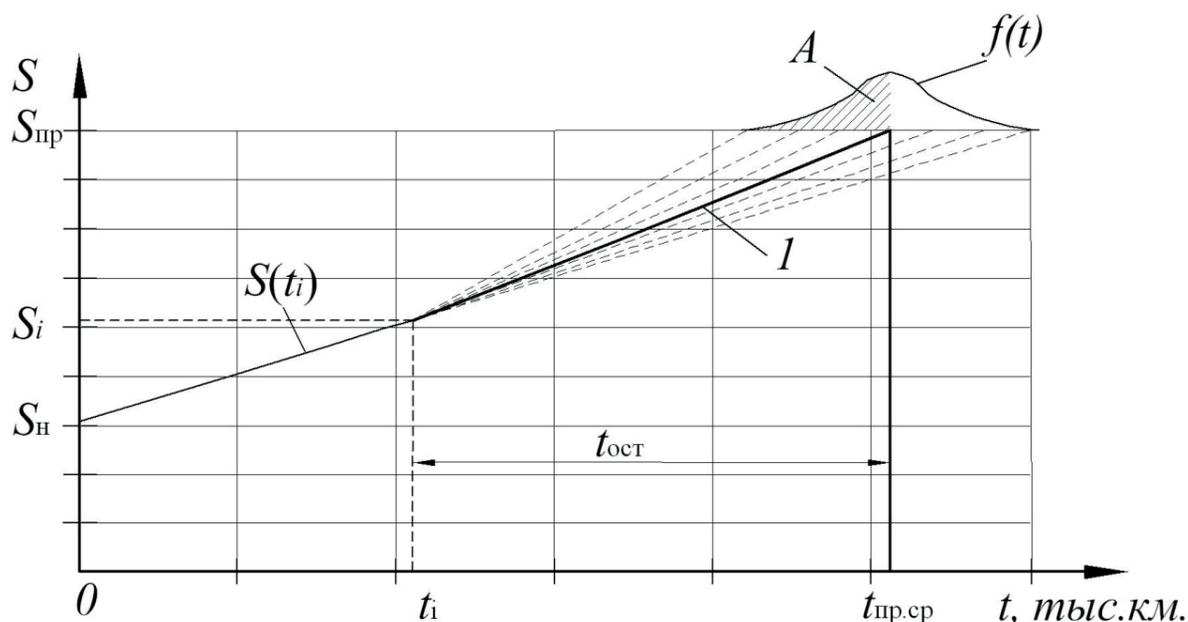


Рисунок 1 – График изменения диагностического параметра по наработке:  
 $S_{пр}$ ,  $S_i$ ,  $S_н$  – предельное, текущее и начальное значения диагностического параметра;  
 $t_{пр}$  – прогнозируемая наработка до предельного состояния;  $t_i$  – текущее значение наработки;  
 $t_{ост}$  – остаточный ресурс;  $f(t)$  – плотность распределения наработок до предельного состояния

$$t_{пр. ср} = (S_{пр} - S_н) / v \quad (5)$$

где  $S_н$ ,  $S_{пр}$  – начальное и предельное значение диагностического параметра.

Как показывает практика, при использовании в качестве предельной наработки ее среднее значение  $t_{пр.ср}$  запас исправной работы у части ЭСУД окажется меньше рассчитанного (на рис.1 – область A распределения наработок до предельного состояния). Это приводит к ошибкам прогнозирования и, как следствие, увеличению количества отказов системы в эксплуатации.

Для уменьшения негативных последствий таких ошибок в данной работе предлагается определять остаточный ресурс не по среднему значению прогнозируемого ресурса, а по нижней доверительной границе распределения этого ресурса. Доверительные границы прогнозируемой наработки до отказа определяются из выражения

$$t_{пр.(н.в.)} = t_{пр.ср} - t(p)\sigma_t, \quad (6)$$

где  $t_{пр.(н.в.)}$  – нижняя и верхняя доверительные границы прогнозируемой наработки до отказа;  $t(p)$  – коэффициент Стьюдента;  $\sigma_t$  – среднее квадратическое отклонение наработки.

Коэффициент Стьюдента определяется по заданной доверительной вероятности, значе-

ние которой для конструктивных элементов автомобиля, непосредственно не влияющих на безопасность движения, может быть принята равной  $p = 0,80$ . Такой уровень доверительной вероятности позволяет исключить значительную часть линейных отказов элементов ЭСУД и существенно сократить связанные с этим затраты на восстановление работоспособности автомобиля где  $n$  – объем выборки обследования ЭСУД.

Выражение (4) для определения остаточного ресурса по нижней доверительной границе примет вид

$$t_{ост} = t_{пр.н} - t_i. \quad (7)$$

Апробацию разработанной методики определения прогнозируемого остаточного ресурса выполним на примере подсистемы питания топливом ЭСУД двигателя EP6DT автомобиля Peugeot 208 при прохождении им ТО-3 (наработка 60 тыс.км.). По результатам контрольно – диагностических работ были получены следующие значения диагностических параметров, оценивающих техническое состояние подсистем ЭСУД:  $P_{дт} = 7,3$  бар;  $P_{дв} = 70$  мбар;  $\varphi_{тм} = 3^\circ$ ;  $K_{кл} = 3,8$  %.

Интенсивность изменения диагностического параметра  $P_{дт}$  по наработке:

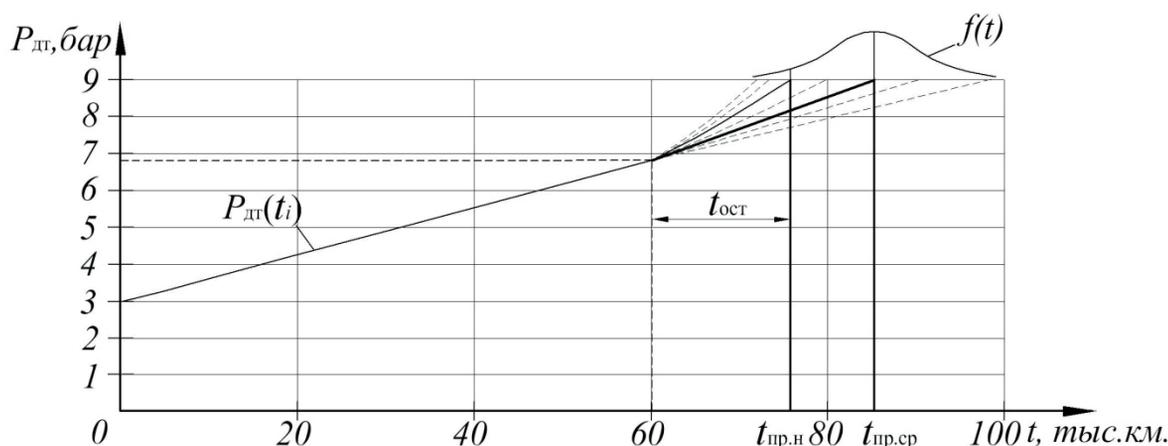


Рисунок 2 – Схема определения остаточного ресурса подсистемы питания топливом:  
 $t_{пр.сп}$  – прогнозируемая наработка до отказа;  $t_{пр.н}$  – нижняя доверительная граница;  
 $t_{ост}$  – остаточный ресурс;  $f(t)$  – плотность распределения вероятности

$$u_{дт} = \frac{P_{дт} - P_{дтн}}{t_i} = \frac{7,3 - 3}{60} = 0,072 \text{ бар/тыс.км.}$$

Линейная функция, описывающая закономерность изменения диагностического параметра  $P_{дт}$  по наработке, примет вид

$$P_{дт}(t) = 3 + 0,072 \cdot t.$$

Прогнозируемое значение наработки до отказа:

$$t_{пр.сп} = (P_{дтн} - P_{дтн}) / u = (9,0 - 3,0) / 0,072 = 83,3 \text{ тыс.км.}$$

Среднее квадратическое отклонение наработки

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - t_{пр.сп})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{260,7}{50-1}} = 5,32 \text{ тыс.км.}$$

Коэффициент Стьюдента при доверительной вероятности  $p = 0,80$  и числе степеней свободы  $N = 2$  равен  $t(p) = 1,29$ .

Значение нижней доверительной границы прогнозируемой наработки до отказа подсистемы питания топливом:

$$t_{пр.н} = t_{пр.сп} - t(p) \cdot \sigma_t = 83,3 - 1,29 \cdot 5,32 = 76,44 \text{ тыс.км.}$$

Графическая интерпретация определения прогнозируемого остаточного ресурса подсистемы питания топливом представлена схемой на рис.2.

Прогнозируемый остаточный ресурс подсистемы питания топливом ЭСУД по нижней доверительной границе составит

$$t_{ост(нм)} = t_{пр.н} - t_i = 76,44 - 60 = 16,44 \text{ тыс.км.}$$

Остаточные ресурсы остальных подсистем ЭСУД, рассчитанные аналогичным образом, представлены в табл. 3.

Таблица 3 – Прогнозируемые значения остаточного ресурса подсистем ЭСУД

| Наименование подсистемы ЭСУД            | Остаточный ресурс, тыс. км. |
|---|-----------------------------|
| Подачи воздуха                          | 32,6                        |
| Питания топливом                        | 16,44                       |
| Изменения фаз газораспределения         | 34,8                        |
| Снижения токсичности отработавших газов | 28,5                        |

Учитывая то, что диагностирование автомобилей проводится в основном периодически, по плану, задача прогнозирования их остаточного ресурса заключается в определении возможности их безотказной работы до выполне-

ния очередного ТО. Полученное в результате расчета, значение остаточного ресурса подсистемы питания топливом ЭСУД меньше межконтрольной наработки (для автомобилей Peugeot периодичность ТО составляет 20 тыс. км.). Поэтому в процессе проведения ТО данного автомобиля необходимо провести углубленное диагностирование этой подсистемы и входящих в нее конструктивных элементов (топливного насоса высокого давления, регулятора давления топлива, форсунок и др.).

Остаточные ресурсы остальных подсистем ЭСУД превышают межконтрольную наработку. С высокой долей вероятности они не потеряют свою работоспособность до проведения очередного ТО, поэтому нет необходимости проведения каких либо операций ТО по этим подсистемам.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прогнозирование остаточного ресурса ЭСУД является важнейшим элементом в системе управления техническим состоянием автомобилей и его конструктивных элементов в эксплуатации. Определение остаточного ресурса по нижней доверительной границе позволяет рассчитать запас исправной работы подсистем ЭСУД с заданной вероятностью, существенно сократить отказы системы в эксплуатации и связанные с этим затраты на восстановление ее работоспособности.

Для удобства использования разработанной методики определения остаточного ресурса ЭСУД на практике был разработан программный комплекс, позволяющий в автоматическом режиме рассчитывать запас исправной работы ее подсистем по результатам диагностирования их технического состояния.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баженов, Ю.В. Поддержание надежности электронных систем управления двигателем в эксплуатации / Ю.В. Баженов, В.П. Каленов // Электроника и электрооборудование транспорта. – 2016. – № 2. – С. 2–5.
2. Болдин, А.П. Надёжность и техническая диагностика подвижного состава автомобильного транспорта: учебное пособие для вузов / А.П. Болдин. – М.: МАИИ, 2010. – 206 с.
3. Болотин, В.В. Прогнозирование ресурса машин и конструкций / В.В. Болотин. – М.: Машиностроение, 1984. – 312 с.
4. Ерохов, В.И. Системы впрыска бензиновых двигателей: учебное пособие / В.И. Ерохов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2011. – 553 с.
5. Набоких, В.А. Диагностика электрооборудования автомобилей и тракторов: учебное пособие / В.А. Набоких. – М.: ФОРУМ, 2013. – 288 с.
6. Сидняев, Н.И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных: учебное пособие / Н.И. Сидняев. – М.: Юрайт, 2011. – 399 с.
7. Тюнин, А.А. Диагностика электронных систем управления двигателями легковых автомобилей: учебное пособие / А.А. Тюнин – М.: Солон–Пресс, 2007. – 352с.
8. Яковлев, В.Ф. Диагностика электронных систем автомобиля: учебное пособие / В.Ф. Яковлев. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 272 с.
9. Яхьяев, Н.Я. Основы теории надежности: учебник для студ. учреждений высшего образования / Н.Я. Яхьяев, А.В. Кораблин. – М.: Издательский центр Академия, 2014. – 208 с.

## THE FORECASTING OF THE RESIDUAL RESOURCE OF ELECTRONIC ENGINE CONTROL SYSTEM

Y.V. Bazhenov, V.P. Kalenov

**Abstract.** In the article authors have given the results of research operating reliability of electronic engine control module systems (ECM), substantiated the set of diagnostic parameters for the estimation of the technical condition of the subsystems (ECM) and their standard value, built graphics and analytical equations describing the patterns of changes diagnostic parameters in the meantime. The method of forecasting of residual resource of structural elements ECM was given with the using of confidential interval. The method was tasted on the example of forecasting of the residual resource of the power subsystem fuel ECM 1.6 THP Turbo Tiptronic (110 kW) the Peugeot 208.

**Keywords:** ECM, residual resource, forecasting, diagnostic parameter, method, confidential limits.

REFERENCES

1. Bazhenov, Y. V. Maintenance of reliability of electronic engine control systems in operation / Y. V. Bazhenov, V.P. Kalenov // Electronics and electrical equipment transport. – 2016.– No. 2, pp. 2 – 5.
2. Boldin, A. P. Reliability and technical diagnostics of the rolling stock of road transport: textbook for high schools / A. P. Boldin. – M.: MAI, 2010. –206 p.
3. Bolotin, V.V. The Forecasting of the resource of machines and constructions / V. V. Bolotin. – M.: Mechanical engineering, 1984. – 312 p.
4. Erohov, V. I. The systems of injection of gasoline engines: textbook / V. I. Erohov. – M.: Hot line – Telecom, 2011. – 553 p.
5. Nabokih, V. A. The Diagnostics of electrical equipment of cars and tractors: textbook / V. A. Nabokih. – M.: FORUM, 2013. – 288 p.
6. Sidnyaev, N.I. The theory of experimental design and analysis of statistics / N.I. Sidnyaev. – M.: Yurayt, 2011. – 399 p.
7. Tyunin, A.A. Diagnostics of electronic engine control systems of cars: a training manual / A.A. Tyunin – M: Solon-Press, 2007. – 352 p.
8. Jakovlev, V. F. The diagnosis of the electronic systems of the car: textbook / V. F. Jakovlev. – M.: SOLON-Press, 2003. – 272 p.
9. Jah'jaev, N. J. The Fundamentals of reliability theory: the textbook for the stud. institutions of

higher education / N. J. Jah'jaev, A.V. Korablin. – M.: Academy, 2014. – 208 p.

*Баженов Юрий Васильевич (Россия, Владимир) – кандидат технических наук, профессор кафедры «Автомобильный транспорт» ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (600000, г. Владимир, ул. Горького, 87, e-mail: bagenovyv@mail.ru).*

*Каленов Владимир Павлович (Россия, Владимир) – аспирант кафедры «Автомобильный транспорт» ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (600000, г. Владимир, ул. Горького, 87, e-mail: vpkaloynov@mail.ru).*

*Yuri V. Bazhenov (Russian Federation, Vladimir) – Ph. D. in Technical Sciences, professor of the department «Automobile transport» Vladimir state University named after Alexander and Nicholay Stoletovs (600000, Russian Federation, Vladimir, Gorky str., 87, e-mail: bagenovyv@mail.ru).*

*Vladimir P. Kalenov (Russian Federation, Vladimir) – postgraduate student of the department «Automobile transport», Vladimir state University named after Alexander and Nicholay Stoletovs (600000, Russian Federation, Vladimir, Gorky str., 87, e-mail: vpkaloynov@mail.ru).*

.....

УДК 656.13(571.13)

## ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОБЩЕСТВЕННОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА ГОРОДА ОМСКА

Ю.А. Болтенко

*Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), Россия, г. Омск*

**Аннотация.** В статье отражены проблемы общественного пассажирского транспорта г. Омска, выявлены их причинно-следственные взаимосвязи. Состояние транспортных систем в городах России в настоящее время является критическим, и изыскание путей их решения представляется наиболее актуальным. Приведена общая характеристика системы общественного пассажирского транспорта г. Омска. Сделан вывод о том, что основной проблемой этой системы является изменение условий и возможностей финансирования перевозок пассажиров. Выявлены перспективы совершенствования общественного пассажирского транспорта города с учетом положений действующего законодательства.

**Ключевые слова:** общественный пассажирский транспорт; система общественного пассажирского транспорта; проблемы общественного пассажирского транспорта; подвижной состав общественного пассажирского транспорта; подвижной состав малой вместимости.