

Моделирование процесса отказов в межсервисный период эксплуатации современного автомобиля

К.Н. Сургутсков, И.М. Трегубова, Ф.О. Трегубов, В.А. Тюлькин

Тюменский индустриальный университет, Тюмень

Аннотация: В данной статье рассматривается важность своевременного выявления дефектов автоматизированных электронных систем управления автомобиля для предупреждения серьёзных отказов. Также представлен первый этап механизма математического моделирования - построение графических моделей зависимости количества отказов от времени при различных методах диагностирования технического состояния автомобиля.

Ключевые слова: диагностирование, моделирование, техническое обслуживание автомобилей, отказ, автоматизированная система, электронный блок управления, двигатель.

Чтобы объективно и достоверно оценить техническое состояние современного автомобиля, оснащенного электронными системами управления, необходима диагностика, проведенная специалистом, прошедшим специальную подготовку и использующим соответствующее оборудование. Компьютерная диагностика подразумевает неоднократное подтверждение и сравнение с эталонными значениями данных о неисправности, полученных различными методами с помощью соответствующих приборов и инструментов [1].

В соответствии с ГОСТ Р 53480-2009 п.1.1, даны определения видов отказов. К причинам возникновения отказов относят следующие дефекты:

- конструктивные;
- технологические;
- эксплуатационные;
- износ.

Отказ - потеря способности изделия выполнить требуемую функцию. Отказ является событием, которое приводит к состоянию неисправности.

Причина конструктивных дефектов – следствие несовершенства конструкции объекта, например, несоответствующее нагрузкам качество применяемых материалов, которое приводит к отказу.

Отказы вследствие технологических дефектов - нарушения принятой технологии изготовления изделия, которые обнаруживаются при замере параметров работы, выходящих за установленные границы.

Эксплуатационные дефекты являются следствием несоответствия требуемых условий эксплуатации, правил обслуживания - фактическим.

Отказы из-за износа сопровождаются изменением в материалах, приводящих к потере механических, физических или химических свойств объекта, взаимодействия частей объекта.

По типу отказы подразделяются на:

- отказы функционирования, вследствие которых прекращается выполнение основных функций объекта;
- отказы параметрические (отдельные параметры объекта изменяются в недопустимых пределах).

Применение методики диагностики составных элементов электронной системы управления двигателем (ЭСУД) независимо от планового прохождения технического обслуживания на предприятиях по техническому обслуживанию (ТО) и ремонту (Р) автомобилей [2-4] – уменьшает трудозатраты, связанные с диагностикой отказов, что сокращает время ожидания клиента и снижает себестоимость работ по ТО и ремонту автомобилей, сокращает расход топлива [5], хотя иногда своевременная диагностика и устранение отказов, например, в тормозной системе, прежде всего обеспечивает безопасность эксплуатации, то есть речь идёт даже не об экономии, которая в этом случае не имеет первостепенного значения [6,7]. Как уже было сказано ранее, для предотвращения отказов, приводящих к сложным и высоким по стоимости ремонтам, необходимо применять методы,

средства контроля технического состояния двигателя в рабочем режиме, что затруднительно при установлении специфических параметров, позволяющих получить информацию о техническом состоянии при различных нагрузках и параметрах качества электроснабжения электронного блока управления (ЭБУ) [8,9].

Для определения технического состояния ЭСУД разработана методика диагностирования, предполагающая определенную последовательность операций, позволяющих своевременно обнаружить и предотвратить отказы в электронной системе [10].

В ходе работы с данными ООО «Авто-Дина» был сделан анализ обращений и операций по ремонту и диагностирования автомобилей. Далее было выяснено, что на диагностирование автомобиль попадает только при явной неисправности или случившемся отказе, что плохо влияет на срок эксплуатации агрегатов и автомобиля в целом.

При обработке данных о поступлении автомобилей в зону технического обслуживания и ремонта ООО «Авто-Дина» с использованием стандартной системы проведения диагностики - только во время обращения для ТО и Р и системы проведения диагностирования вне планового ТО, то есть более эффективной.

Применение механизма математического моделирования предполагает:

- на первом этапе анализа полученных данных - построение графических моделей происходящих процессов;
- на втором этапе - установление формульного описания процесса зависимости параметров для возможности более точного прогноза вероятностного отказа.

В данной статье рассмотрим первый этап.

Предположим, что целевая функция исследований будет иметь

следующий вид: $N_{\text{отк}} = f(\Delta T, L)$, то есть количество отказов ($N_{\text{отк}}$) зависит от времени (продолжительности) (ΔT) и интенсивности (L) эксплуатации автомобиля. Пока рассмотрим фактор времени.

На рис. 1, 2, 3 рассмотрены отказы в период приработки, отказы, связанные с износами до внедрения эффективной диагностики.

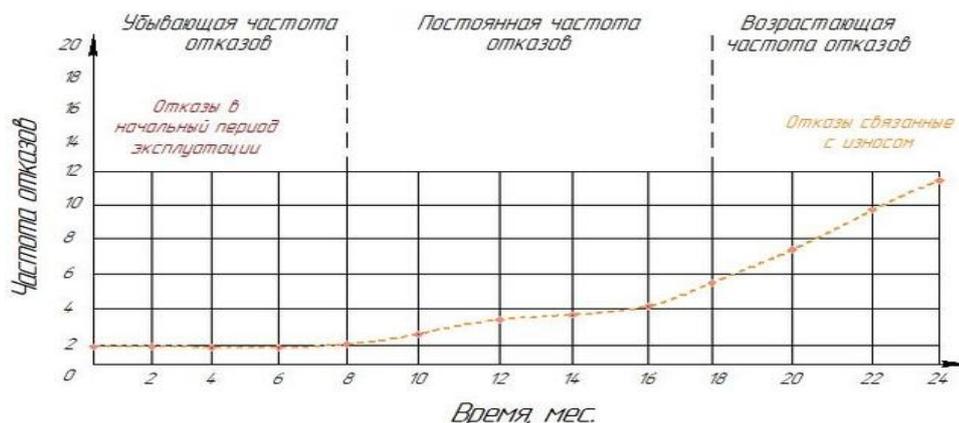


Рис. 1- Зависимость изменения числа отказов, связанных с износом от времени эксплуатации до внедрения автоматизированной диагностики

Отказы в начальный период (0 – 8 месяцев) эксплуатации автомобилей (рис. 3). Они возникают, когда часть элементов, входящих в состав автомобиля, являются либо бракованными, либо имеют низкий уровень надежности, это может быть также следствием некачественного выполнения.

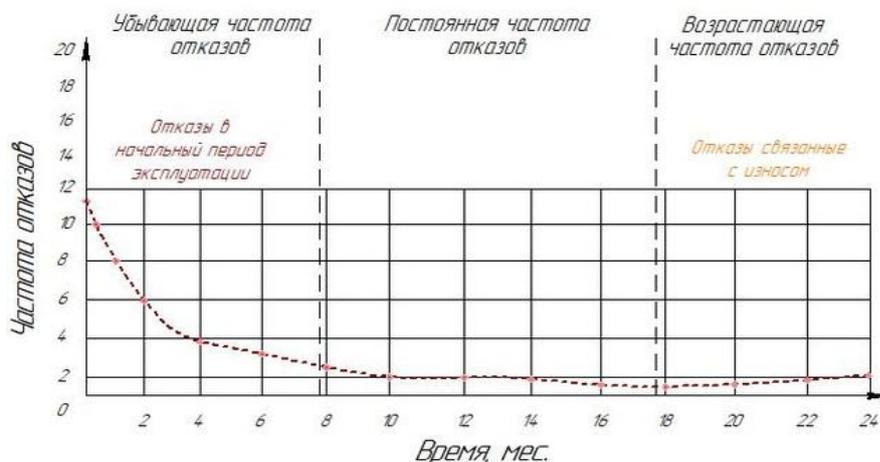


Рис. 2 – Изменение количества отказов в начальный период времени эксплуатации автомобиля до внедрения диагностики

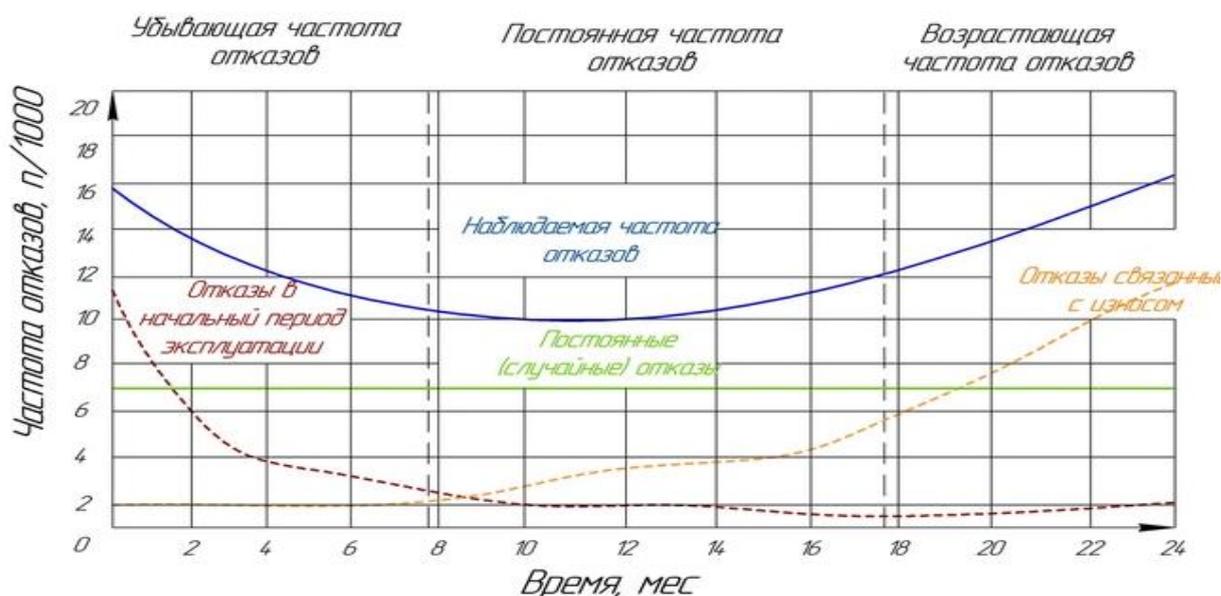


Рис. 3 – Изменение частоты отказов по времени эксплуатации автомобиля до внедрения диагностики

сборочных операций и ошибок в конструкции, в монтаже. Отказы, связанные с износом, будут возрастать в зависимости от времени эксплуатации. При этом постоянные (случайные) отказы возникают в более ранний период, в данном случае оптимум находится в точке с пересечением 9 месяцев и 3,75 отказа.

Физический смысл «приработочных» отказов может быть объяснен тем, что электрические и механические нагрузки, приходящиеся на компоненты узла и агрегата автомобиля в «приработочный» период, превосходят их электрическую и механическую прочность. Поскольку продолжительность периода приработки определяется в основном интенсивностью отказов входящих в ее состав некачественных элементов, то продолжительность безотказной работы таких элементов обычно сравнительно низка, поэтому выявить и заменить их удастся за короткое время. На рис. 1 видно резкое увеличение отказов, связанных с износом с 12 месяца эксплуатации автомобиля. Чаще всего такие отказы связаны с

коммерческим назначением автомобилей, грузоперевозки, пассажироперевозки, таксопарки, службы доставки.

На рис. 4, 5, 6 рассмотрены отказы в период приработки, отказы, связанные с износами после внедрения эффективной диагностики.

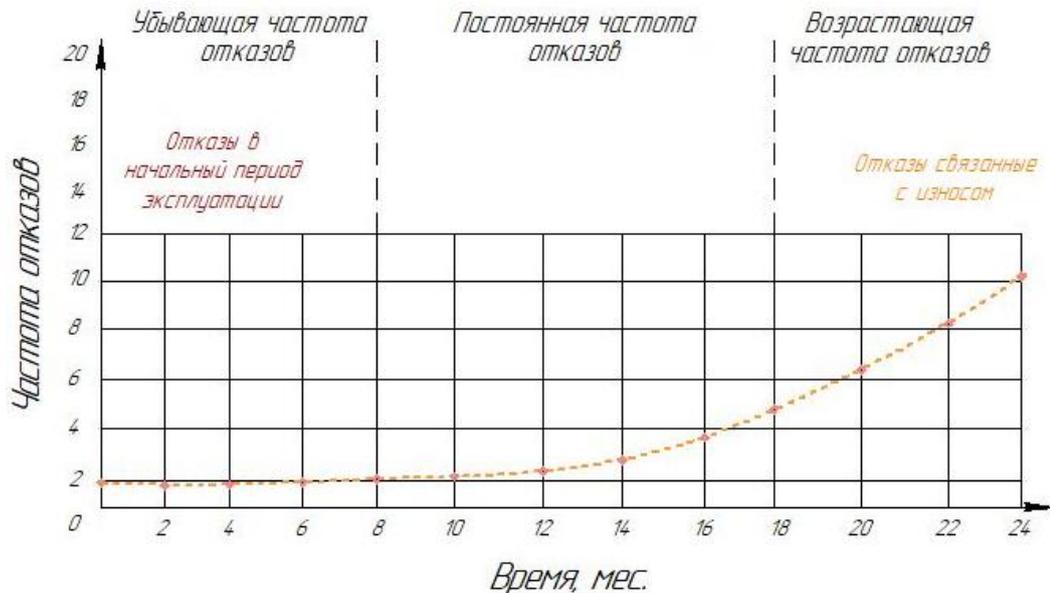


Рис. 4 - Зависимость изменения числа отказов, связанных с износом от времени эксплуатации после внедрения диагностики

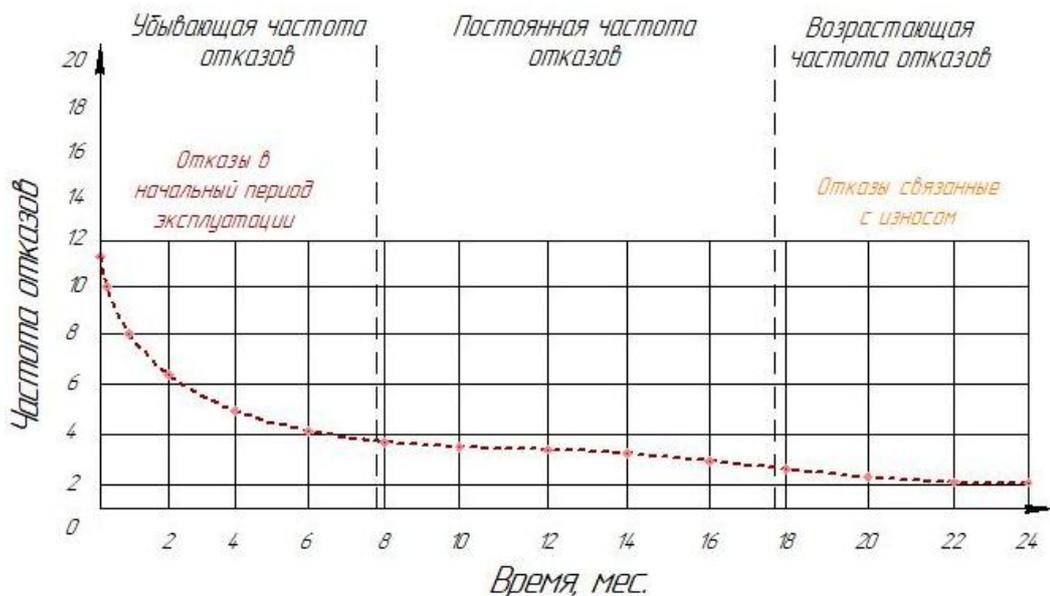


Рис. 5 - Изменение количества отказов в начальный период времени эксплуатации автомобиля после внедрения диагностики

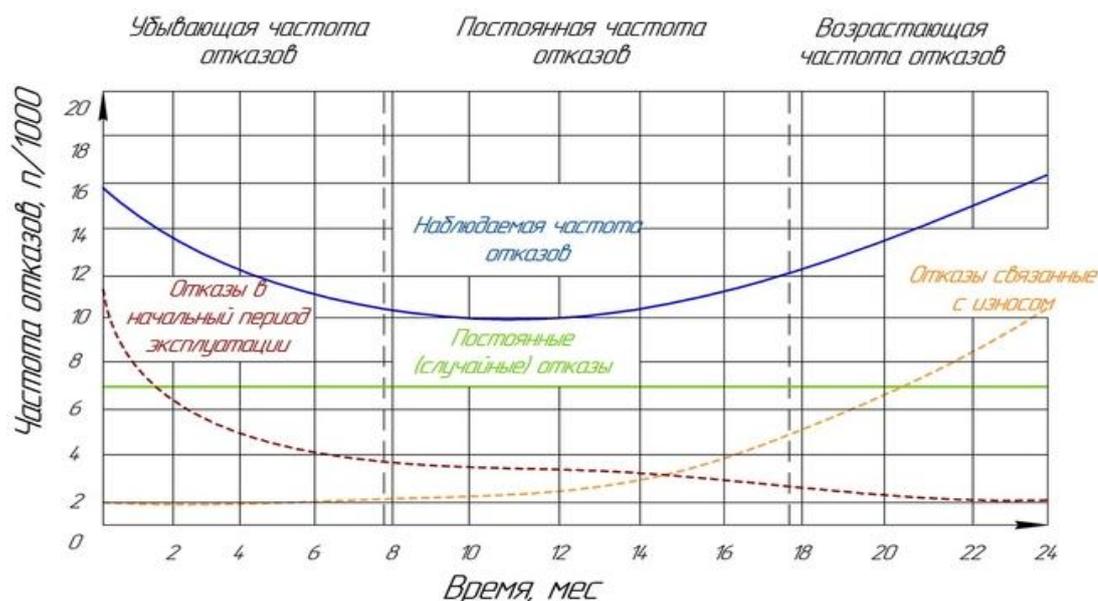


Рис. 6 - Изменение частоты отказов по времени эксплуатации автомобиля после внедрения диагностики

Рассмотрев рис. 4, 5, 6, мы видим, что структура отказов после внедрения плановых диагностических работ стала более плавно уменьшаться и возрастать.

В ходе наблюдения получили целевую функцию с оптимумом, значение которого по времени - 14 месяцев и 2,5 отказов. После внедрения диагностических работ в плановое ТО, наблюдаемая частота отказов уменьшилась до 1,25 отказов.

По результатам определения целевой функции моделирования процессов отказа можно судить о эффективности внедрения предупредительной системы диагностирования автоматизированных систем управления автомобиля вне планового проведения технического обслуживания, для сохранения двигателя и агрегатов от дальнейших серьезных отказов, имеющих свойство прогрессировать, оставаясь незамеченными на начальном этапе. То есть, необходимо выявлять скрытые и незначительные дефекты для предотвращения полного отказа.

Литература

1. Сургутсков К.Н., Титла И.М. Проблемы компьютерной диагностики современных автомобильных двигателей // Инженерный вестник Дона, 2019, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5671/.
2. Корчагин В. А. Организация подсистемы предремонтного диагностирования агрегатов автомобилей при их централизованном ремонте по техническому состоянию: дис. канд. техн. наук. 2014. 149 с.
3. Кузнецов, А. П. Болдин, В. М. Власов Е. С. Техническая эксплуатация автомобилей // Наука. Москва. 2004. 535 с.
4. Мороз С. М. Сервисы ИТС для технической эксплуатации автомобилей // Автомобильная промышленность. 2015. № 9. С. 21-23
5. Shuvaeva I.M., Zakharov N.S., Tiulkin V.A., Abakumov G.V. Fuel Economy in Light Vehicles in Winter by Optimizing the Warm-up Mode IJAER-RIP - International Journal of Applied Engineering Research. 2015. №20 (Volume 10). – pp. 41129-41135.
6. Зайцева М.М., Напханюк А.В. Диагностика неисправности по внешнему виду тормозных колодок автомобиля // Инженерный вестник Дона, 2018, №1. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2018/4688/.
7. Мегера Г.И., Киммель А.С. Диагностика тормозной системы автомобиля в условиях автосервиса// Инженерный вестник Дона, 2017, №3. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2017/4287/.
8. Austen Ian Wat's next; A Chip-Based Challenge to Car's Spinning Cafmshaft The New York Times. Retrieved. 2009 query.nytimes.com/gst/fullpage.html?res=9503E1DB1F30F932A1575BC0A9659C8B63&sec=&spon=&pagewanted=1
9. Deryushev V.V., Seleznev S.M., Sobisevich A.L. Specific features of the repeated impulse action on resonance systems // Doklady Earth Sciences. 1999. V. 369. pp. 1176-1178.

10. Баженов Ю.В., Каленов В.П. Диагностирование электронных систем управление двигателем // Фундаментальные исследования. Научный журнал. 2014. № 8-1. С. 18-23.

References

1. Surgutskov K.N., Titla I.M. Inzhenernyj vestnik Dona, 2018, No1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5671/.

2. Korchagin V. A. Organizaciya podsistemy predremontnogo diagnostirovaniya agregatov avtomobilej pri ih centralizovannom remonte po tekhnicheskomu sostoyaniyu [Organization of a subsystem for pre-repair diagnostics of vehicle units during their centralized repair according to their technical condition]: dis. kand. tekhn. Nauk. 2014. 149 p.

3. Kuznecov, A. P. Boldin, V. M. Vlasov E. S. Tekhnicheskaya ekspluataciya avtomobilej Nauka. Moskva [Technical maintenance of cars]. 2004. 535 p.

4. Moroz S. M. Avtomobil'naya promyshlennost'. 2015. № 9. pp. 21-23

5. Shuvaeava I.M., Zakharov N.S.Tiulkin V.A.,Abakumov G.V. IJAER-RIP International Journal of Applied Engineering Research. 2015. №20 (Volume 10). Pp. 41129-41135.

6. Zajceva M.M., Naphanyuk A.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2018, №1. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2018/4688/.

7. Megera G.I., Kimmel' A.S. Inzhenernyj vestnik Dona, 2017, №3. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2017/4287/.

8. Austen Ian What's next; A Chip-Based Challenge to Car's Spinning CafmshaftThe New York Times. Retrieved. 2009 query.nytimes.com/gst/fullpage.html?res=9503E1DB1F30F932A1575BC0A9659C8B63&sec=&spon=&pagewanted=1

9. Deryushev V.V., Seleznev S.M. Doklady Earth Sciences. 1999. V. 369. pp. 1176-1178.



10. Bazhenov YU.V. Kalenov V.P. Fundamental'nye issledovaniya. Nauchnyj zhurnal. 2014. № 8-1. pp. 18-23.