

УДК 629.017

**ФОРМИРОВАНИЕ КАРТЫ НАДЕЖНОСТИ
ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Коломиец Александр Анатольевич

магистрант

kolomiec.06@mail.ru

Манаенков Константин Алексеевич

доктор технических наук, профессор

kmanaenkov@yandex.ru

Найденов Андрей Александрович

студент

Naidenov.48@yandex.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. Приведены алгоритм и результаты статистической обработки вариационных рядов наработки до отказов элементов транспортного средства. Сформированы карты надежности этих элементов.

Ключевые слова: автотранспортное средство, вариационные ряды наработки, вероятность безотказной работы, карта надежности.

Известно, что затраты на текущий ремонт преобладают над затратами на профилактическое обслуживание. Это подтверждает необходимость совершенствования существующей системы профилактического обслуживания на автотранспортном предприятии [1].

Таблица 1

Вариационные ряды наработки до отказов элементов автобуса МАЗ-103

Наименование элементов	Значения пробега при отказе, км
Вкладыши коленчатого вала двигателя	365866 348100 327525 332734 274559 373360 329425
	354638 359844 360304 538468 364786 305831 347012
	349721 254636 370512 283391 285591 313800
Тяга рулевого управления	288427 538960 422363 396637 354533 585797 70992 475328
	392336 362137 304411 468341 437137 531983 537518
	488750 437550 247451 487870 652855

Имея данные о выполняемых работах с элементами узлов и агрегатов транспортных средств [2-4], можно сформировать вариационные ряды наработки до отказа для каждого элемента. Вариационным рядом является группа наработок, при которых произошел отказ определенного элемента. В таблице 1 приведены данные по наработкам до отказов элементов двигателя и рулевого управления автобуса МАЗ-103.

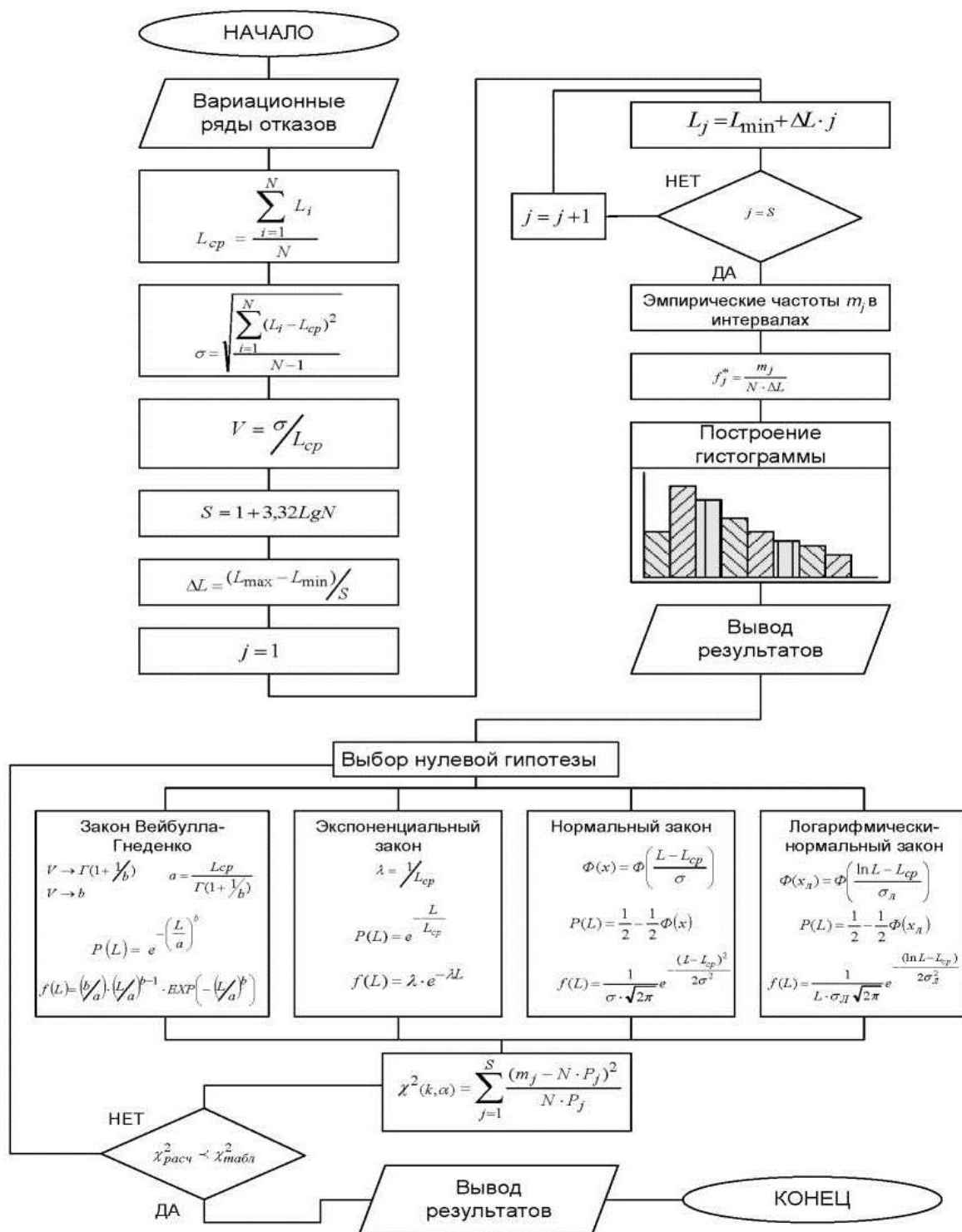


Рисунок 1 – Блок-схема оценки закономерностей распределения случайных величин и показателей надежности транспортных средств

Алгоритм статистической обработки вариационного ряда и проверки статистической гипотезы в виде блок-схемы представлен на рисунке 1.

Для определения точечных оценок надежности элементов транспортного средства применена следующая методика [5]:

- из всей собранной информации по отказам и неисправностям автобуса

формируются вариационные ряды отказов (упорядоченные отказы по условию наработки на отказ);

– определяются точечные оценки случайных величин (отказов), объем выборки N :

средняя наработка на отказ – L_{cp}

$$L_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^N L_i}{N}, \quad (1)$$

где L_i – текущее значение случайной величины, тыс.км;

N – объем выборки;

σ – среднее квадратическое отклонение, тыс.км

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (L_i - L_{cp})^2}{N - 1}}, \quad (2)$$

V – коэффициент вариации

$$V = \frac{\sigma}{L_{cp}}, \quad (3)$$

– определяются границы доверительного интервала;

– предполагая вид закона распределения (закон Вейбулла-Гнеденко), определяется, по значению объема выборки, табличное значение критерия $\chi^2_{табл}(2 \cdot N)$, а по коэффициенту вариации V – параметр формы b . После чего рассчитывается относительная ошибка:

$$\delta = \left[(2 \cdot N) / \chi^2_{табл} \right]^{1/b} - 1; \quad (4)$$

– используя значения относительной ошибки, вычисляется нижняя и верхняя границы доверительного интервала:

$$L_{cp.нижн} = L_{cp} (1 - \delta), \quad L_{cp.верх} = L_{cp} (1 + \delta); \quad (5)$$

– проводится анализ эмпирических данных, на основании которого строятся графики – гистограммы вероятности безотказной работы $P_3(L)$, вероятность отказа $F_3(L)$, плотность распределения отказов $f_3(P)$;

– проводится выбор нулевой гипотезы о соответствии выборки

статистических данных одному из теоретических законов;

– выполняется проверка согласия между эмпирическим и принятым теоретическим распределением по критерию согласия Пирсона. Условием согласия является неравенство $\chi^2_{табл} > \chi^2_{расч}$.

Для описания закономерностей распределения случайной величины выбирается математическая модель – закон распределения. Наибольшее распространение для исследования эксплуатационной надежности машин получили: закон Вейбулла-Гнеденко, экспоненциальный, нормальный, логарифмически-нормальный законы распределения случайных величин.

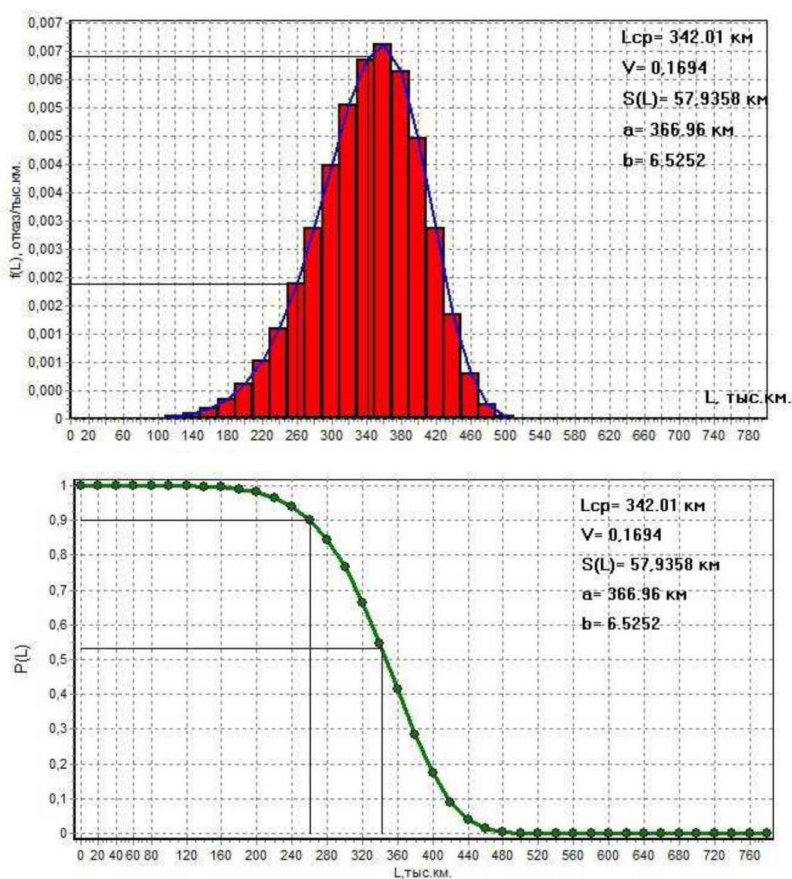


Рисунок 2 – Плотность распределения отказов и вероятность безотказной работы коленчатого вала двигателя автобуса МА3-103

Распределение Вейбулла-Гнеденко принято основным для создания нормативно-технологической карты надежности и эффективности системы профилактики элементов транспортного средства. Основные характеристики закона Вейбулла-Гнеденко

$$f(L) = \frac{b}{a} L^{b-1} e^{-\frac{L^b}{a}}, \quad (6)$$

где a – параметр масштаба, тыс.км;

b – параметр формы кривой.

Вероятность безотказной работы до наработки L :

$$P(L) = e^{-\left(\frac{L}{a}\right)^b}. \quad (7)$$

Используемый алгоритм позволяет построить графики безотказной работы элементов систем транспортного средства (рисунок 2).

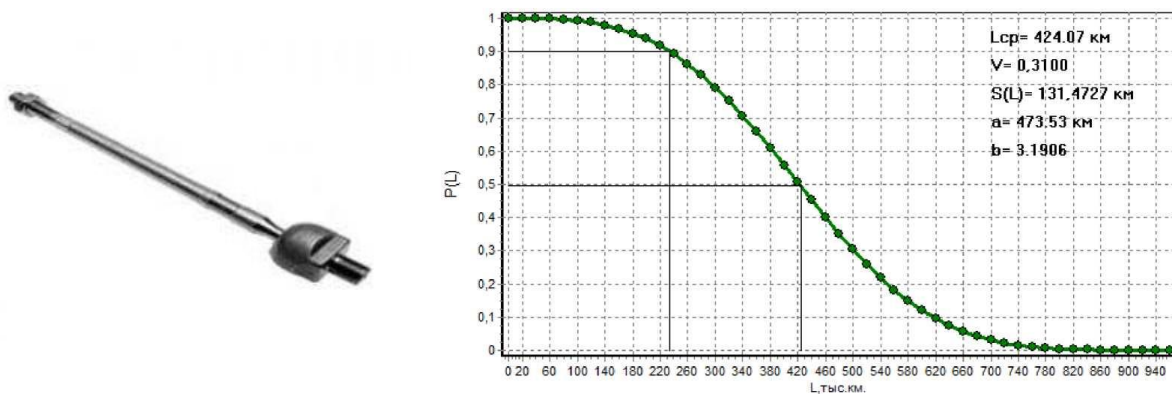


Рисунок 3 – Карта надежности тяги рулевого механизма автобуса МАЗ-103

Карта надежности (рисунок 3) объединяет графики вероятности безотказной работы до первой и последующих замен элементов, лимитирующих надежность, с указанием места их расположения на транспортном средстве и является содержательной и доходчивой формой представления показателей надежности [6-11]. По ней можно определить вероятность безотказной работы по каждой из деталей на разных интервалах наработки между техническим обслуживанием.

Список литературы:

1. Шейнин, А.М. Методы расчета потребности автомобильного парка в техническом обслуживании и ремонте / А.М. Шейнин. – Москва: Транспорт, 1966. – 257 с.
2. ГОСТ 27.202-83 Надежность в технике. Технологические системы. Методы оценки надежности по параметрам качества изготавливаемой

продукции.

3. Горшенин, В.И. Транспортное обеспечение коммерческой деятельности: учебное пособие / В.И. Горшенин, Н.В. Михеев, И.А. Дробышев. – Мичуринск: изд-во Мичуринского государственного аграрного университета, 2009. – 422 с.

4. Консервация машин для разбрасывания пескосоляной смеси / В.И. Горшенин, В.Ю. Ланцев, С.В. Соловьёв [и др.] // Наука и Образование. – 2019. – Т. 2. – № 1. – С. 45.

5. Горшенин, В.И. Эффективность применения большегрузных автомобилей со сменными кузовами при уборке зерновых культур / В.И. Горшенин, С.В. Соловьёв, А.Г. Абросимов // Сб.: Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК: материалы международной научно-практической конференции. – Мичуринск: Мичуринский государственный аграрный университет, 2017. – С. 21-28.

6. Повышение смазывающих свойств топлива / В.В. Остриков, А.Ю. Корнев, К.А. Манаенков, А.Ю. Бектилезов // Сельский механизатор. - 2012. - № 4. - С. 34-35.

7. Чернышов, С.И. Отличительные особенности автоматической трансмиссии Powershift / С.И. Чернышов, А.В. Алехин // Наука и Образование. – 2020. – Т. 3. – № 2. – С. 57.

8. Лубянкин, А.Н. Альтернативные виды топлива для повышения экологичности автомобильного двигателя / А.Н. Лубянкин, А.В. Алехин // Сб.: Приоритетные направления развития садоводства (I Потаповские чтения): материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 85-й годовщине со дня рождения профессора, доктора сельскохозяйственных наук, лауреата Государственной премии Потапова Виктора Александровича – Мичуринск. – Мичуринский ГАУ, 2019. – С. 63-65.

9. Коротков, А.А. Сравнительный анализ различных типов двигателей по влиянию на экологию / А.А. Коротков, Н.М. Королева // Наука и Образование. – 2020. – Т. 3. – № 2. – С. 31.

10. Шатилов, О.И. Перспективы развития искрового зажигания ДВС / О.И. Шатилов, А.В. Алехин // Наука и Образование. – 2020. – Т. 3. – № 4. – С. 8.

11. Хрусталева, Д.А. Перспективы применения двигателя с внешним подводом теплоты / Д.А. Хрусталева, А.В. Алехин // Наука и Образование. – 2019. – Т. 2. – № 4. – С. 255.

UDC 629.017

FORMATION CARDS TO THE RELIABILITY OF VEHICLES

Kolomiets Aleksandr Anatolyevich

undergraduate

kolomiec.06@mail.ru

Manaenkov Konstantin Altkseevich

Doctor of Technical Sciences, Professor

kmanaenkov@yandex.ru

Naydenov Andrey Aleksandrovich

student

Naidenov.48@yandex.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. The algorithm and results of statistical processing of variation series of operating time to failures of vehicle elements are presented. The reliability maps of these elements are formed.

Key words: motor vehicle, variation series of operating time, probability of failure-free operation, reliability map.