

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2019, №5, Том 11 / 2019, No 5, Vol 11 <https://esj.today/issue-5-2019.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/39ECVN519.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Белов С.А., Тахтамышев Х.М. Методика прогнозирования отказов элементов для разновозрастной группы автомобилей // Вестник Евразийской науки, 2019 №5, <https://esj.today/PDF/39ECVN519.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Belov S.A., Takhtamyshev Kh.M. (2019). Methods for failure forecasting for different age automobile groups. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 5(11). Available at: <https://esj.today/PDF/39ECVN519.pdf> (in Russian)

УДК 334.02

ГРНТИ 73.31

Белов Сергей Александрович

ГАОУ ВО «Невинномысский государственный гуманитарно-технический институт», Неинномысск, Россия
Доцент
Кандидат педагогических наук
E-mail: belovmail@yandex.ru

Тахтамышев Хизир Махмудович

ГАОУ ВО «Невинномысский государственный гуманитарно-технический институт», Неинномысск, Россия
Заведующий кафедрой «Эксплуатация автомобильного транспорта»
Доктор технических наук, профессор
E-mail: hizirt43@mail.ru

Методика прогнозирования отказов элементов для разновозрастной группы автомобилей

Аннотация. Для обеспечения бесперебойного транспортного процесса в условиях эксплуатации автомобильного транспорта подвижной состав автотранспортных предприятий формируется в виде разномарочных разновозрастных групп автомобилей.

Значительное колебание «возраста» затрудняет прогнозирование отказов элементов автомобиля по наработке и является одним из наиболее сложных препятствий при решении данной проблемы. Применение для этих целей известных статистических методов прогнозирования не дает положительных результатов, так как предполагает продолжение тенденции предыдущего периода функционирования системы. В этой связи целесообразно прогнозировать отказы автомобилей по их наработке в зависимости от возраста автомобилей.

Учет «возраста» предлагается вести по пробегу. Для этих целей предлагается следующая последовательность прогнозирования числа отказов автомобилей одной марки.

Вначале устанавливаются пробеги автомобилей на число планируемых периодов. Затем прогнозируются величины пробегов автомобилей с учетом возможных изменений объема перевозок, интенсивности эксплуатации (индивидуально). На основании законов распределений между отказами и прогнозируемых пробегов определяется количество отказов по каждому автомобилю. Общее количество отказов определяется как сумма всех отказов элементов одномарочных автомобилей по всему предприятию. При реализации остальных операций рекомендуется применение компьютеров, что значительно уменьшает время и трудоемкость счета.

Составлены алгоритм и программа многопериодного прогнозирования числа отказов элементов автомобилей, которые предусматривают подробное описание алгоритмов и блок-схемы программы на компьютере в операторном виде.

Таким образом, определяется количество отказов по предприятию в целом на определенный период времени работы всей совокупности автомобильного парка конкретной марки, на основании которого рассчитывается прогноз количества необходимых запасных частей на определенные периоды времени по всему парку автомобилей предприятия.

Ключевые слова: прогнозирование; автомобили; возраст; закон распределения; отказ; алгоритм; марка; автотранспортное предприятие; период; парк; эксплуатация

В условиях рыночных отношений предприятия сферы услуг испытывают жесткую конкуренцию и вынуждены учитывать конъюнктуру рынка при планировании затрат на предстоящий период, который зависит от объема выполняемой работы. Для автомобильного транспорта это объем перевозок и суммарный пробег парка автомобилей за определенный период времени. Если принять объем грузоперевозок за определенный достаточно продолжительный период времени стабильной величиной, то можно воспользоваться одним из известных статистических методов краткосрочного прогнозирования для определения числа отказов автомобилей за конкретный период времени [1–6]. Такие прогнозы позволяют определить объем работ по текущему ремонту автомобилей и количество необходимых запчастей для восстановления работоспособности автомобилей. Однако известные статистические методы прогнозирования основаны на утверждении, что система будет вести себя так же, как вела себя в предыдущий период времени, другими словами, сохраняя прежний тренд [7]. Таким образом, они не учитывают возможное изменение интенсивности эксплуатации автомобилей, характеризуемое суммарным пробегом автомобилей. Без учета этого параметра результаты прогнозов будут неудовлетворительными и непригодными для планирования необходимого количества запасных частей. В этой связи нашли широкое распространение методы прогнозирования отказов и запчастей по наработке автомобилей, то есть по пробегу [8; 9]. Однако применение подобных методов прогнозирования сталкивается с определенными трудностями. Так, в практике эксплуатации автомобильного транспорта известно, что подвижной состав автотранспортных предприятий представляет собой разномарочную разновозрастную группу автомобилей.

Значительное колебание «возраста» парка автомобилей затрудняет прогнозирование отказов элементов автомобилей по наработке [8–10] и является одним из наиболее сложных препятствий при решении данной проблемы. Методики прогнозирования, разработанные на автомобильном транспорте [2; 5; 9], направлены на прогнозирование расхода запасных частей по одной марке автомобилей и не могут использоваться для парка эксплуатирующихся автомобилей в одном автотранспортном предприятии.

Организационное объединение обслуживания и ремонта автомобилей с различным пробегом требует постановки прогноза для всех одномарочных автомобилей предприятия, имеющих различный возраст. Учитывая, что прогнозирующим параметром изменения технического состояния автомобилей является пробег, для прогнозирования отказов автомобилей при переменной интенсивности их эксплуатации наиболее целесообразно вести учет «возраста» по пробегу.

В этой связи нами предлагается методика прогнозирования отказов совокупности автомобилей, эксплуатирующихся на одном предприятии.

Если подвижной состав автотранспортного предприятия насчитывает A одномарочных автомобилей, то общее число отказов на планируемый период времени Δt можно определить [7] как разность между суммами:

$$N_i = \sum_{i=1}^A (n_{i-1} - n_i) \quad (1)$$

На практике очень важно знать, сколько будет отказов автомобилей не только на предстоящий период времени, но и на несколько периодов вперед.

Для этого в данном случае необходимо поставить прогноз пробегов на каждый автомобиль по каждому периоду времени с учетом особенностей эксплуатации автомобилей [8] конкретного предприятия: изменения интенсивности использования по сезонам (продолжительности работы на линии), конъюнктуры спроса на планируемый период, характера транспортного процесса отдельного автомобиля (почасовой, сдельный).

Выражение для прогнозируемого количества отказов за K периодов выразится следующим образом:

$$N_k = \sum_{i=1}^A (n_{i-1} - n_i) + (n_{i+2} - n_{i+1}) \dots (n_{i+k} - n_{i+k-1}) \quad (2)$$

Величина периода T должна согласовываться с периодами отчетности и планирования предприятий и могут быть равны месяцу, кварталу, году в зависимости от масштабов поставленных задач.

Для учета сезонных условий необходимо вводить поправочные коэффициенты по каждому элементу отдельно:

$$\tau_i = \frac{L_{cc}}{L_0} \quad (3)$$

где L_{cc} – наработка между отказами элементов на планируемый период времени;

L_0 – наработка между отказами в среднем за весь год.

Тогда количество отказов определится с учетом выражения (2) равно

$$N_k = \left[\sum_{i=1}^A (\tau_{i-1} - n_i) + \tau_{i+2} (n_{i+2} - n_{i+1}) + \dots \tau_{i+k} (n_{i+k} - n_{i+k-1}) \right] \quad (4)$$

Обобщив приведенные рассуждения, можно предложить следующую последовательность прогнозирования числа отказов автомобилей.

1. Устанавливаются пробеги автомобилей на число планируемых периодов.
2. Прогнозируются величины пробегов автомобилей с учетом возможных изменений объема перевозок, интенсивности эксплуатации /индивидуально/.
3. На основании законов распределений между отказами и прогнозируемых пробегов определяется количество отказов по каждому автомобилю.
4. Общее количество отказов определяется как сумма всех отказов элементов одномарочных автомобилей по всему предприятию.

Наиболее трудоемкой из указанных операций является составление карты пробегов автомобилей. Однако, учитывая, что точность прогнозирования отказов зависит также и от точности предсказания величин пробегов, необходимость индивидуального прогнозирования

очевидна. Составленная таким образом карта пробегов является универсальной для всей номенклатуры элементов автомобиля одной марки (рисунок 1).

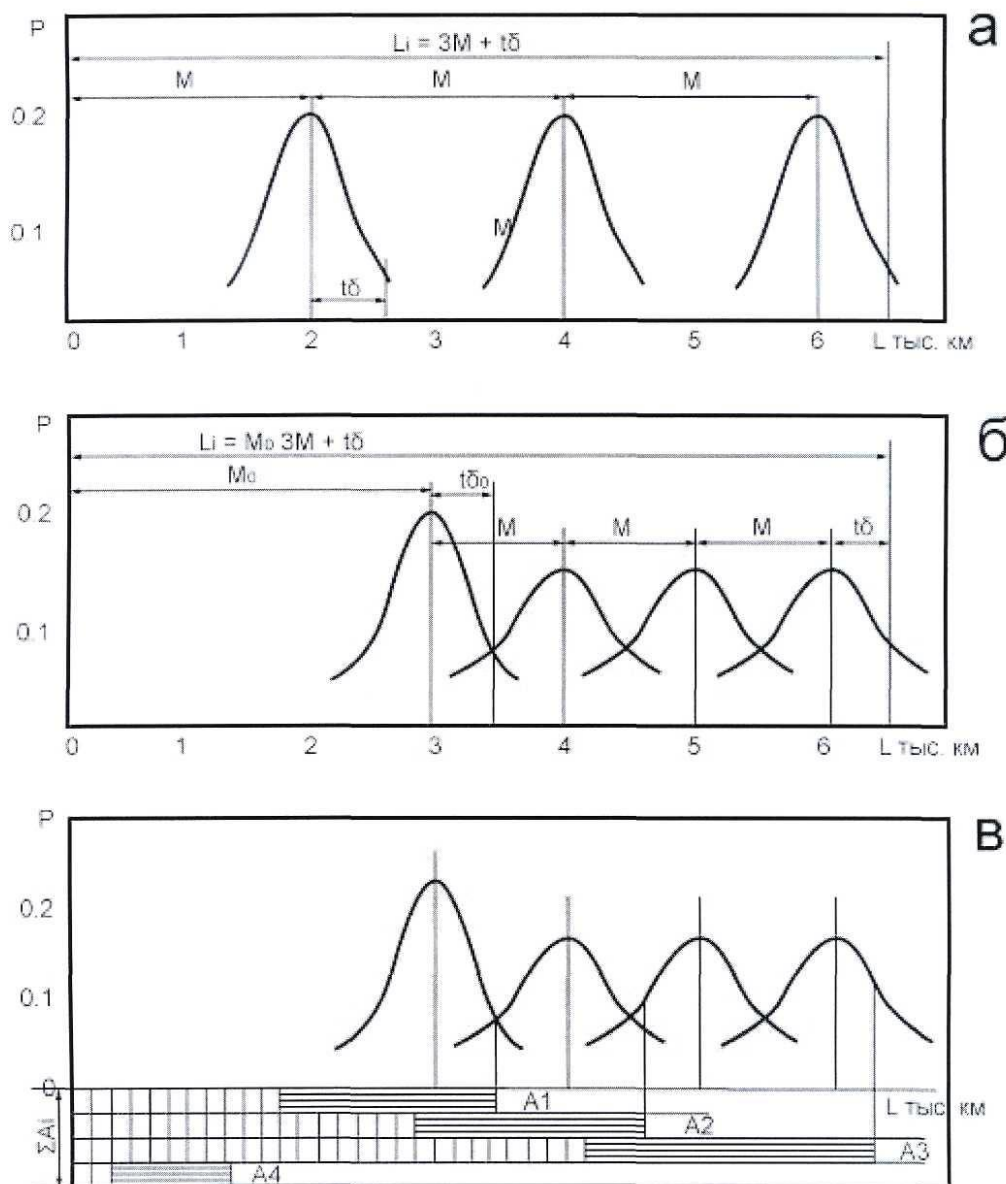


Рисунок 1. Графики возможных вариантов наработок:
а – случай равных математических ожиданий; б, в – случаи различных наработок до первого и последующих отказов (составлено автором [10])

При реализации остальных операций возможно применение компьютеров, что значительно уменьшает время и трудоемкость счета.

В этой связи были составлены алгоритм и программа многопериодного прогнозирования числа отказов элементов автомобилей [9; 10], которые предусматривают подробное описание алгоритмов и блок-схемы программы на компьютере в операторном виде (рисунок 2, составлен автором [10]). В качестве исходных данных вводятся дифференциальные законы распределения наработок элементов [3] до первого и последующих отказов $F(x)$; их параметров M_0, σ_0, M, σ , принятый коэффициент точности t , число автомобилей A , для которых требуется установить прогноз; количество шагов прогнозирования H ; двумерный массив предполагаемых пробегов по периодам прогнозирования конкретных автомобилей (групп автомобилей) $L(j, i)$.

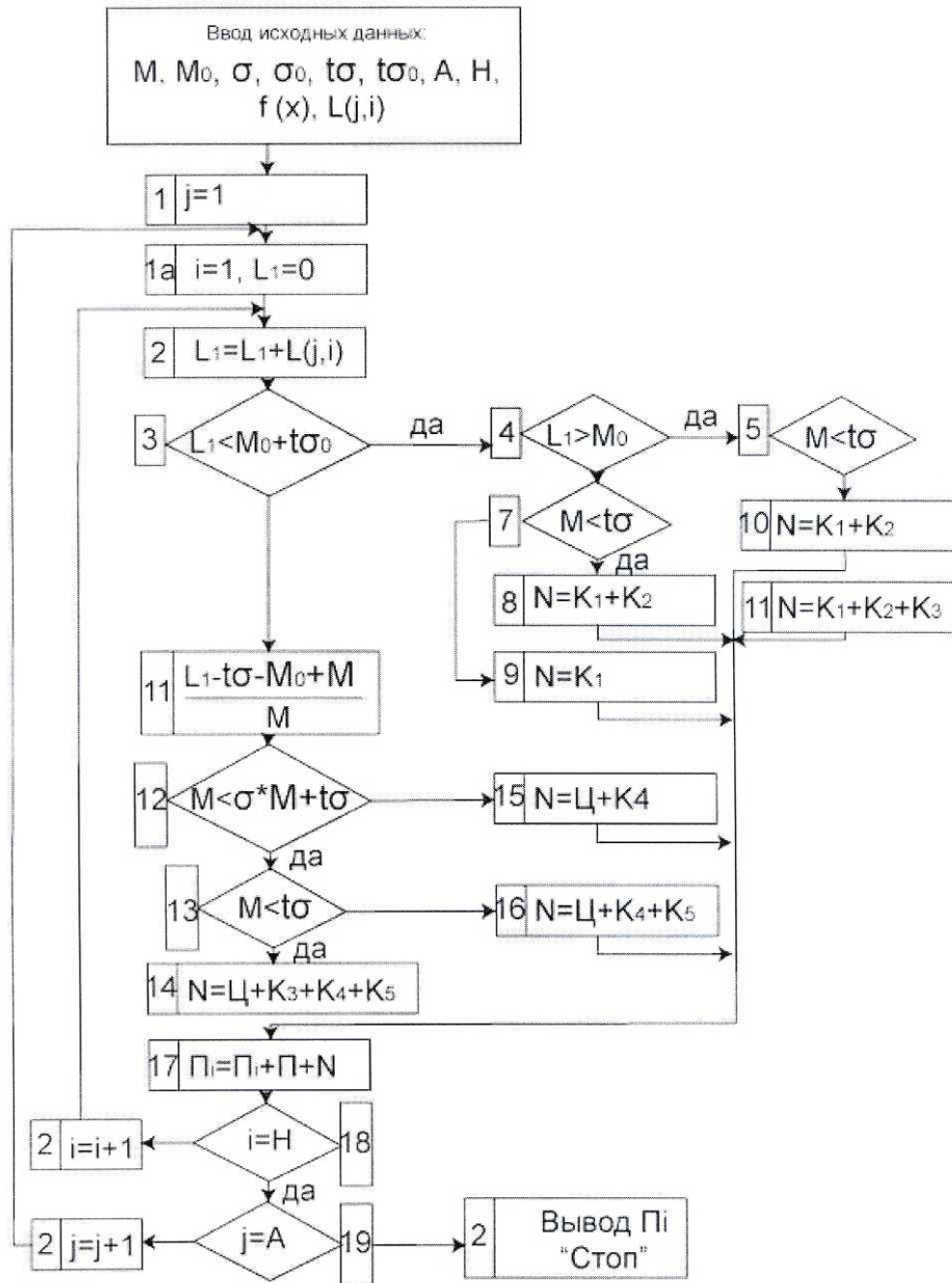


Рисунок 2. Блок-схема алгоритма многопериодного прогнозирования отказов по наработке автомобилей

Работа программы начинается с выбора j -го (здесь 1-го) автомобиля в порядке расположения его номера в массиве назначения I -го периода расчета и присвоения начального пробега j -му автомобилю (Блоки 1, 1а, 2). Затем производится сравнение величины пробега с наработкой до отказа, взятой с определенной доверительной вероятностью.

Если условия Блока 3 выполняются, в работу включаются Блоки 4, 5, 7, в которых в зависимости от величин L_1 , M_0 , M , $t\sigma$ производятся расчеты вероятностей отказов возможных вариантов по выражениям (Блоки 6, 8, 10):

$$K_1 = \int_0^{L_1} f_0(x) dx \quad (5)$$

$$K_2 = \int_0^{Li-M_0} f(x) dx \quad (6)$$

$$K_3 = \int_{2,m}^{M+\tau\sigma} f(x) dx \quad (7)$$

Если условие Блока 3 не соблюдается, выделяется дробное δ и целое число ζ при реализации выражения Блока 11, после чего величина $\delta m + t \sigma$ сравнивается со значением m (Блок 12). Исходя из условий Блоков 12 и 13, далее рассчитывается число отказов при различных вариантах (Блоки 14, 15, 16). Для вычисления вероятностей, как и ранее, используются интегралы с соответствующими пределами интегрирования:

$$K_4 = \int_0^{\delta \cdot M + \tau\sigma} f(x) dx \quad (8)$$

$$K_5 = \int_0^{\delta \cdot M + \tau\sigma - M} f(x) dx \quad (9)$$

Полученные результаты расчетов по ветвям «да» и «нет» Блока 3 направляются в Блок 17, где происходит накопление количества отказов по периодам прогнозирования.

На первом шаге накапливается значение числа отказов за период времени от начала эксплуатации до времени проведения расчетов. После этого в работу включается Блок 18. Если условие данного блока не соблюдено, т. е. текущий период прогнозирования меньше заранее заданного числа H , значение номера периода увеличивается на единицу (Блок 20) и все вычисления до Блока 17 включительно повторяются до тех пор, пока прогноз не будет установлен по всем « H периодам». Затем (Блок 2) начинаются расчеты по следующему автомобилю (Блоки 17, 18, 20) и т. д. до достижения списочного числа автомобилей A .

Таким образом, происходит суммирование прогнозируемого числа отказов по A автомобилям отдельно для каждого периода прогнозирования и определяется количество отказов по предприятию в целом на определенный период времени работы всей совокупности автомобильного парка конкретной марки. Проведя вычисления по всем основным маркам автомобилей, можно рассчитать прогноз количества необходимых запасных частей на определенные периоды времени по всему парку автомобилей предприятия и создать страховые запасы [9] для исключения их дефицита.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бугримов, В.А. Моделирование системы управления запасами станции технического обслуживания / В.А. Бугримов, А.В. Кондратьев, В.И. Сарбаев // Мир транспорта и технологических машин. – 2017. – № 4 (59). – С. 9–17.
2. Булатов, С.В. Определение потребности пассажирских автотранспортных предприятий в запасных частях путем прогнозирования / М.И. Филатов, С.В. Булатов // Автотранспортное предприятие. – 2015. – № 7. – С. 36–39.
3. Герами, В.Д. Алгоритм оптимизации транспортного обеспечения поставок при управлении запасами / В.Д. Герами, И.Г. Шидловский // РИСК: Ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. – 2016. – № 1. – С. 69–77.
4. Гришин, А.С. Разработка методики прогнозирования потребности предприятий автосервиса в запасных частях: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Гришин Александр Сергеевич. – М., 2005 – 153 с.
5. Зиганшин, Р.А. Методика определения потребности в запасных частях при эксплуатации автомобильных буровых установок: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Зиганшин Руслан Альбертович. – Оренбург, 2016. – 142 с.
6. Ивахненко, А.А. Аналитико-имитационное моделирование технологических процессов движения запасных частей и комплектующих в дилерской сети предприятий автомобильной промышленности с использованием сетей массового обслуживания: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06 / Ивахненко Андрей Андреевич. – М., 2013. – 174 с.
7. Канторович, Г.Г. Анализ временных рядов / Г.Г. Канторович // Экономический журнал Высшей школы экономики. – 2002. – Том.6. – № 2. – С. 251–273.
8. Максимов, В.А. Определение норм расхода запасных частей городскими автобусами (для целей планирования) / В.А. Максимов, О.В. Моложавцев // Грузовик. – 2014. – № 7. – С. 19–21.
9. Ременцов, А.Н. Управление запасами запасных частей автотранспортных средств, выполняющих перевозку строительных грузов / А.Н. Ременцов, В.А. Зенченко, П.Б. Фетисов // Технология колесных и гусеничных машин. – 2015. – № 5. – С. 41–46.
10. Тахтамышев, Х.М. Основы технологического расчета автотранспортных предприятий. М.: ИНФРА-М, 2016, – 352 с.

Belov Sergey Alexandrovich

Nevinnomyssk state social and technical science institute, Nevinnomyssk, Russia
E-mail: belovmail@yandex.ru

Takhtamyshev Khizir Makhmudovich

Nevinnomyssk state social and technical science institute, Nevinnomyssk, Russia
E-mail: hizirt43@mail.ru

Methods for failure forecasting for different age automobile groups

Abstract. To ensure an uninterrupted transportation process in the conditions of automobile transport's active operation, the rolling stock of motor transport enterprises is formed in the format of multi-branded car groups of different ages.

A significant fluctuation in "age" makes prediction vehicle elements failures challenging and is considered to be one of the most difficult obstacles in solving this issue. The use of predicted methods of statistical methods does not give positive results. In this regard, it is advisable to predict the abandonment of cars.

The "age" record is proposed to be kept based on mileage. For these purposes, we propose to keep the following sequence of forecasting process within the single-brand automobiles.

First, car runs are set for the number of planned periods. Then, the vehicle mileage values are forecasted taking into account all the possible changes in the volume of traffic, the intensity of operation (individually). Based on the laws of distributions between failures and predicted mileage, the number of failures for each vehicle is determined. The total number of failures is defined as the sum of all failures of elements of single-brand vehicles throughout the enterprise. When implementing the remaining operations, the use of electronic computation is recommended, which significantly reduces the time and complexity of the calculations.

An algorithm and a multi-period forecasting program for the number of failures of car elements have been compiled, which provides a detailed description of the algorithms and a block diagram of the program on a computer in an operator format.

Thus, the number of failures in the enterprise as a whole is determined for a certain period of time for the entire fleet of a particular brand, based on which the forecast of the number of necessary spare parts for certain periods of time is calculated for the entire multi-brand fleet of cars of the whole enterprise.

Keywords: forecasting; cars; age; distribution law; failure; algorithm; brand; motor company; period; park; operation