

ВЛИЯНИЕ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ТОЧНОСТЬ СТАТИСТИЧЕСКИХ ОЦЕНОК НАДЁЖНОСТИ МАШИН

Королев А.Е.

Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень

Ключевые слова: технический объект, надёжность, параметры исходной информации, закономерности распределения, точность и достоверность.

Аннотация. В статье рассматривается значимость предварительной подготовки опытных данных в достоверной оценке показателей надёжности технических систем. Испытания машин на надёжность выполняются с целью определения объективных качественных и количественных их характеристик. На основе обработки результатов эксплуатационных наблюдений двигателей показано влияние смещения начала отсчёта на точность выбора теоретической функции. Выявлена зависимость ошибки экспериментов от количества объектов наблюдения и продолжительности их испытания. Установлена необходимость исключения точек исходной информации, выходящих за пределы принятого закона распределения, для обоснованного расчёта оценочных параметров.

IMPACT OF INITIAL INFORMATION ON ACCURACY OF STATISTICAL EVALUATIONS OF MACHINE RELIABILITY

Korolev A.E.

Northern Trans-Ural State Agricultural University, Tyumen

Keywords: technical object, reliability, parameters of initial information, distribution patterns, accuracy and reliability.

Abstract. The article being considers the significance of preliminary preparation of experimental data in reliable assessment of reliability indicators of technical systems. Reliability tests of machines are carried out in order to determine objective qualitative and quantitative their characteristics. Based on processing the results of operational observations of engines, the effect of bias begin counting on the accuracy of choosing a theoretical function is shown. The dependence of experimental wrong on the number of observation objects and the duration of their testing was revealed. The need to exclude the dot of the source information has been established, which go beyond of the adopted of law the distribution, for reasonable calculation of evaluations of parameters.

Испытания машин на надёжность выполняются с целью определения их качественных и количественных характеристик, их планы и виды регламентированы нормативными документами [1]. Существует несколько методов обработки полученных данных, обоснованность их применения определяется необходимой достоверностью сведений о надёжности изделий [2]. Эксплуатационные наблюдения проводят за ограниченным числом объектов, что приводит к случайным ошибкам и, поэтому находят не истинные значения характеристик, а их оценки с заранее допускаемой доверительной вероятностью [3]. Перед началом вычисления показателей надёжности нужно предварительно подготовить и оценить исходную информацию, что включает в себя количество объектов наблюдения, диапазон рассеивания, смещение начала отсчёта относительно нулевого значения. Сдвиг целевой функции определяется временем наступления первых отказов. В большинстве расчётов этот параметр не

учитывается, а это существенно влияет на коэффициент вариации и впоследствии на правильность выбора теоретического закона распределения. Проверяем значимость учёта смещения в оценке надёжности технических объектов и используем 4 варианта его назначения: 1 – без смещения ($t_{см} = 0$); 2 – по трём первым значениям; 3 – по четырём первым значениям и 4 – по величине интервала статистического ряда. Ранее были установлены значения наработки до ресурсного отказа по 50 тракторным дизелям, результаты, обработки которых по 4 представленным вариантам приведены на рисунке 1.

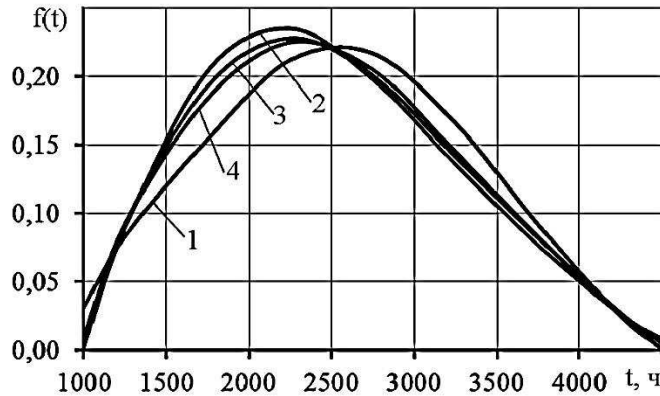


Рис. 1. Дифференциальные функции распределения ресурсных отказов в зависимости от величины их смещения

Отсюда видно, что смещение влияет на величину центра группирования и форму кривой. Самым точным является четвёртый вариант (совпадение теоретических и экспериментальных значений 92%), а самым не точным - первый (65%). Следовательно, учёт сдвига начала отсчёта, особенно это характерно для показателей надёжности, обеспечивает необходимую достоверность исследования.

При полных испытаниях техники высокая трудоёмкость наблюдения и потеря актуальности результатов. При усечении информации по времени или количеству отказов следует учитывать вероятную погрешность последующей оценки [4]. Для анализа этого фактора проводим последовательное усечение до 20, 40, 60 и 80% от исходных данных. Выборки наполнялись по таблице случайных чисел, величина смещения определялась по оптимальному варианту. Были рассчитаны функции распределения и их погрешность относительно результатов наблюдения (рис. 2).

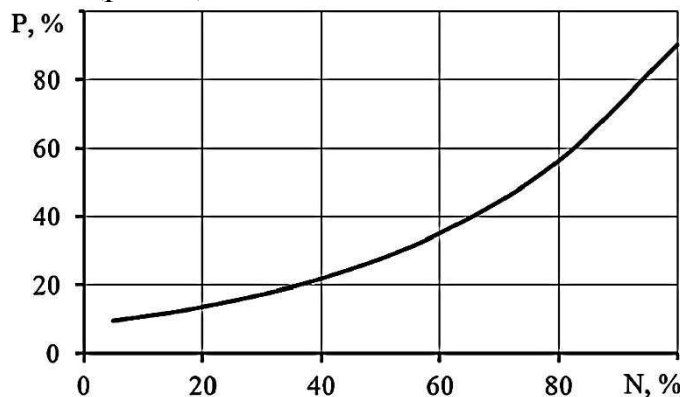


Рис. 2. Влияние объема выборки опытных данных на точность определения показателей надежности

С увеличением объёма оценочная точность значительно возрастает, приемлемая ошибка экспериментов достигается только при 95% уровне выборки.

Перед окончательной математической обработкой информацию необходимо проверить на наличие точек, выпадающих из общего закона распределения. Эту проверку смежных точек опытных данных выполняют по критерию Ирвина, который характеризует соотношение разности величин данных точек и среднего квадратического отклонения. Сравнительное изменение исходного распределения после удаления нескольких значений показано на рисунке 3.

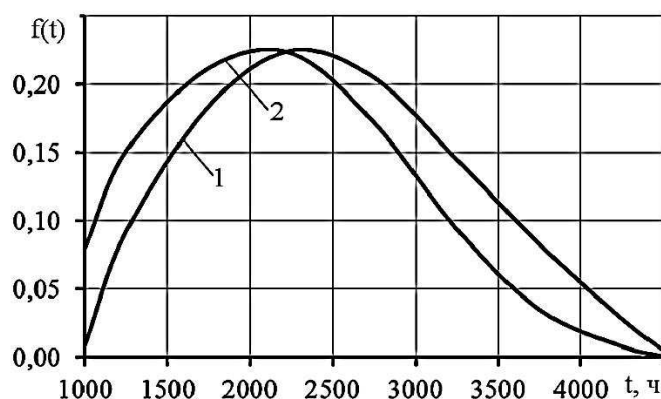


Рис. 3. Плотность вероятности ресурсных отказов двигателей до (1) и после (2) корректировки

В результате расчётов по новому массиву информации выявлено, что средний ресурс возрос на 75 часов, коэффициент вариации снизился с 0,47 до 0,32, а точность совпадения составила 96%. Проведённые исследования показали значимость предварительной подготовки эксплуатационных данных в обоснованной и объективной оценке показателей надёжности технических систем.

Список литературы

1. Городецкий В.И., Дмитриев А.К., Марков В.М. Элементы теории испытаний и контроля технических систем. – Л.: Энергия, 1978. – 192 с.
2. Дорохов А.Н., Керножицкий В.А., Миронов А.Н., Шестопалова О.Л. Обеспечение надёжности сложных технических систем. – СПб.: Лань, 2017. – 352 с.
3. Королев А.Е. Погрешность расчёта функции надёжности технических систем // Журнал технических исследований. – 2021. – Т. 7., № 1. – С. 12-14.
4. Королев А.Е. Оценка достоверности усечённых испытаний технических систем // Мехатроника, автоматика и робототехника. – 2020. – №6. – С. 52-55.

Сведения об авторе:

Королев Александр Егорович – к.т.н., доцент кафедры технические системы в АПК.