

ВЗАИМОСВЯЗЬ ХАРАКТЕРИСТИК СТАТИСТИЧЕСКИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН

Королев А.Е.

Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень

Ключевые слова: математическая статистика, теоретические законы, вероятностные характеристики, изменение, взаимосвязь.

Аннотация. В статье рассматриваются числовые параметры, определяющие положение, рассеивание и взаимозависимость случайных величин. Выделены 4 теоретических закона надёжности технических систем, которые использовались для реализации цели данного исследования. На примере результатов эксплуатационных наблюдений за зерноуборочными комбайнами показано соотношение между математическим ожиданием, модой и медианой статистического ряда отказов. Проведена оценка асимметрии и эксцесса функциональных зависимостей. Выявлено влияние коэффициента вариации на изменение характеристик вероятностных распределений.

INTERRELATION THE CHARACTERISTICS OF STATISTICAL OF DISTRIBUTIONS CASUAL VALUES

Korolev A.E.

Northern Trans-Ural State Agricultural University, Tyumen

Keywords: mathematical statistics, theoretical laws, probabilistic characteristics, change, interrelationship.

Abstract. The article discusses numerical parameters, which define position, scattering and interdependence of random variables. Allocated to 4 theoretical laws of reliability of technical systems, which were used to realize the purpose of this study. Using the example of the results of exploitative observations of combine harvesters shown the ratio between mathematical expectation, fashion and median of the statistical series of refusals. Conducted assessment asymmetry and kurtosis of functional dependencies. The effect of the coefficient of variation on the change in the characteristics of probability distributions was revealed.

Математическая статистика включает в себя методы сбора, обработки и анализа опытных данных для получения научных и практических выводов об изучаемом процессе или явлении [1]. Это направление исследования позволяет вычислить числовые характеристики и параметры случайных величин, а также оценить взаимосвязь между ними [2]. Определение показателей надёжности технических систем выполняется на основе исходной информации, полученной в результате реализации различных планов эксплуатационных наблюдений [3]. Отказы машин в подавляющем большинстве случаев подчиняются следующим законам распределения: нормальный, Вейбулла, Релея и экспоненциальный. Основными характеристиками любого вероятностного распределения являются среднее арифметическое значение (\bar{x}), среднее квадратическое отклонение (σ) и коэффициент вариации (V) изучаемой величины. Для сокращения объёма вычислений зачастую используют оценки этих параметров (\hat{x} , $\hat{\sigma}$, \hat{V} по сгруппированной выборке [4]. В ниже представленном анализе использованы

результаты собственных исследований по безотказности зерноуборочных комбайнов, коэффициент вариации наработки в выборках изменяется от 0,2 до 0,9. Расчётами выявлено, что отличие между параметрами \bar{x} , σ непрерывных и дискретных распределений составляет 3...4,5%, это находится в пределах допустимой ошибки. Медиана (M_e) разделяет совокупность на две равные по численности группы, а мода (M_o) соответствует максимальной частоте отказов. Значения отмеченных характеристик существенно отличаются в зависимости от теоретического закона оценки случайных событий (рис. 1-4).

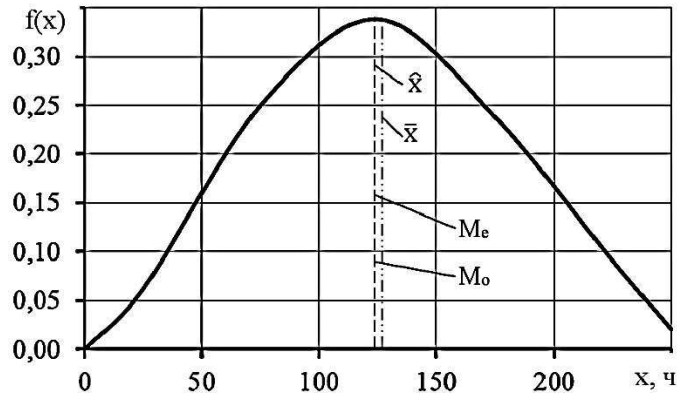


Рис. 1. Параметры нормального распределения

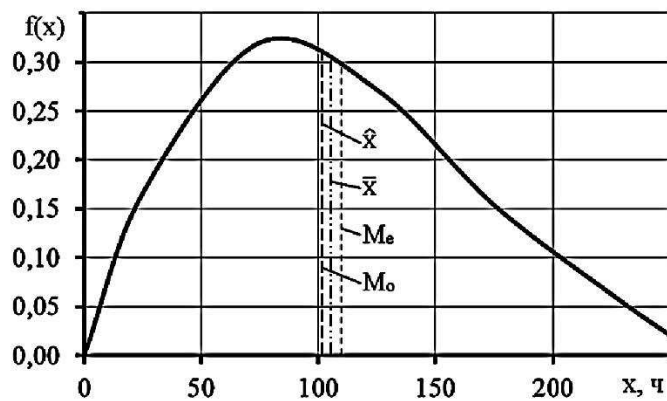


Рис. 2. Параметры распределения Вейбулла

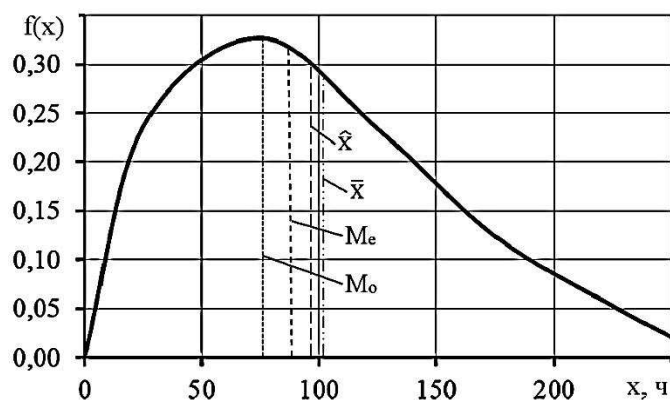


Рис. 3. Параметры распределения Релея

При нормальном распределении математическое ожидание и медиана совпадают. С увеличением коэффициента вариации расхождение между ними растёт и составляет около 50% при экспоненциальном распределении (рис. 5). Ещё больше изменяется соотношение между математическим ожиданием и модой.

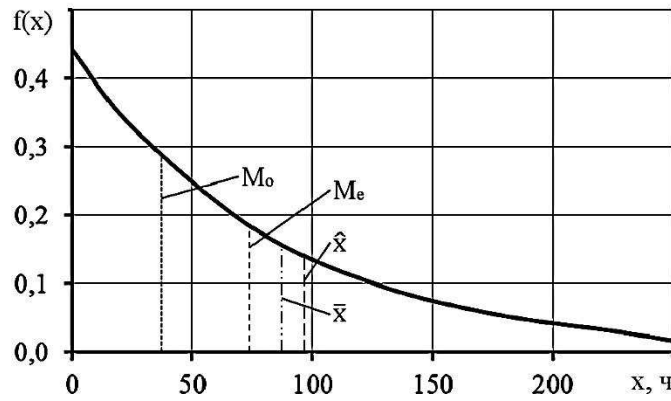


Рис. 4. Параметры экспоненциального распределения

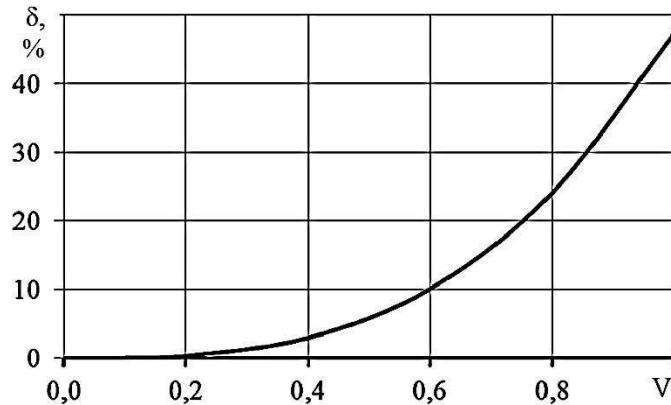


Рис. 5. Влияние коэффициента вариации на отклонение медианы от математического ожидания случайных величин

Коэффициент асимметрии (γ) и эксцесс (ε) являются числовыми характеристиками формы кривой распределения. Они определяются отношением третьего и четвёртого центральных моментов к среднему квадратическому отклонению в соответствующей степени [4]. В зависимости от величины рассеивания опытных данных изменение этих параметров приведено на рисунке 6.

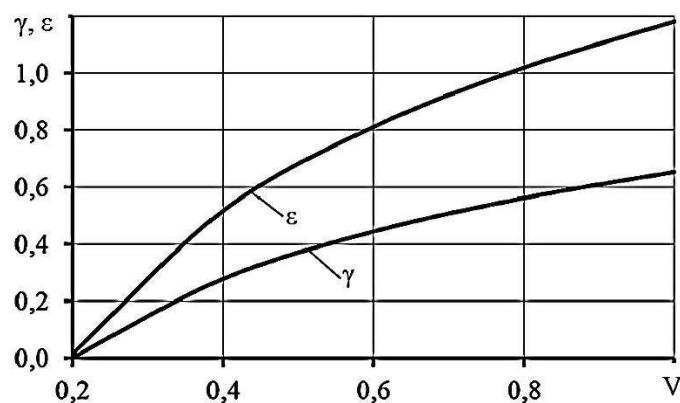


Рис. 6. Зависимость коэффициента асимметрии и эксцесса от коэффициента вариации

Симметричность кривой оценивается степенью равной удалённости случайных величин от центра группирования. Эксцесс показывает отклонение принятой функции от нормального распределения, для которого $\varepsilon = 3$. Все законы распределения имеют положительную левостороннюю асимметрию относительно нормального закона, и она возрастает пропорционально коэффициенту вариации. Аналогично изменяется эксцесс, все значения < 3 ,

поэтому на графике эти отклонения приведены по модулю. Следовательно, у зависимостей малая заострённость и они растянуты по оси абсцисс. В целом коэффициент вариации является не только относительной мерой рассеивания, но и критерием оценки вероятных значений параметров распределений.

Список литературы

1. Митков А.Л., Кардашевский С.В. Статистические методы в сельхозмашиностроении. – М.: Машиностроение, 1978. – 360 с.
2. Дорохов А.Н., Керножицкий В.А., Миронов А.Н., Шестопалова О.Л. Обеспечение надежности сложных технических систем. – СПб.: Лань, 2017. – 352 с.
3. Королев А.Е. Анализ методов испытаний техники на надёжность // Наука. Техника. Технологии. – 2020. – №4. – С. 243-246.
4. Швалева А.В. Методы математической статистики в технических исследованиях // Молодой ученый. – 2012. – № 3(38). – С. 427-430.

Сведения об авторе:

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