

А. В. Гусаров

кандидат технических наук, доцент

ФГБОУ ВО Рыбинский государственный авиационный технический

университет имени П. А. Соловьева, г. Рыбинск Ярославской обл., Россия

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ В ИНЖЕНЕРНОЙ ПРАКТИКЕ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ

Аннотация. В процессе изучения теории вероятностей возникает задача изучения связи теории с ее практическими приложениями теории надежности, имеющими место в инженерной деятельности. Цель работы – показать, как улучшить информационное сопровождение дисциплины «Теория вероятностей». Результаты работы проходят апробацию в процессе обучения и применяются в научных исследованиях.

Ключевые слова: *теория вероятностей; теория надежности; интенсивность отказов; математическая модель.*

DOI: 10.25206/2307-5430-2021-9-46-49

Теория надежности технических систем является одной из дисциплин, изучаемых будущими инженерами в технических вузах. В теории надежности рассматриваются, в том числе, и вопросы обеспечения безотказной работы сложных технических систем. Базовые понятия теории надежности основаны на методах теории вероятностей.

Теория вероятностей, как известно, позволяет получить числовое значение вероятности наступления некоторого события $P(t)$ спустя некоторое время t с момента начала наблюдений за событием. Считается, что в этот момент время $t = 0$. Вероятность $P(t)$ для некоторого события A при этом определяется как отношение числа благоприятствующих этому событию исходов к общему числу всех равновозможных несовместимых элементарных исходов, образующих полную группу [1].

В процессе изучения теории вероятностей студенты решают многочисленные задачи на предмет определения вероятности различных событий. Значение $P(t)$ обычно определяется именно через известное количество благоприятных

и равновозможных исходов. Классической задачей является определение вероятности попадания стрелка в мишень.

При изучении технических дисциплин используется другая методика определения значения $P(t)$. Вероятности безотказной работы отдельных элементов системы определяются через интенсивности отказов, которые фактически представляют собой дифференциальную вероятность отказа. Интенсивности отказов получаются, как правило, на основе результатов испытаний с применением методов прогнозирования. Значения интенсивностей отказов приводятся в виде справочных величин в справочник и пособиях, например, в [2]. Для расчетов используется экспоненциальная модель надежности или модель Вейбулла-Гнеденко. В вычислительных и радиоэлектронных системах обычно используют экспоненциальную модель надежности, тогда вероятность безотказной работы $P(t)$ в момент времени t ($t \neq 0$) определяется по формуле

$$P(t) = e^{-\lambda \cdot t}, \quad (1)$$

где λ – дифференциальная интенсивность отказов, ч^{-1} .

Значение λ рассчитывается по математической модели вида

$$\lambda = \lambda_b \cdot \prod_{i=1}^m K_i, \quad (2)$$

где λ_b – базовая интенсивность отказов элемента для нормальных условий; K_i – коэффициенты, учитывающие изменения эксплуатационной интенсивности отказов элемента в зависимости от различных факторов; m – число учитываемых факторов.

Коэффициенты K_i , в свою очередь, зависят как от факторов, связанных с состоянием окружающей среды, так внутренних факторов, связанных с функционированием системы.

Для отечественных и импортных электронных компонентов выражения для определения коэффициентов K_i отличаются, что связано со спецификой методик определения интенсивности отказов.

Величина $P(t)$, конечно, несет важную информацию, но для инженера гораздо важнее не само значение $P(t)$, а его изменение под действием различных факторов, которые учитываются при помощи коэффициентов K_i . Визуализация этого изменения позволит определить, как общую тенденцию увеличения или уменьшения надежности, так и учесть влияние изменения свойств отдельных элементов. Особую ценность это имеет в процессе проектирования сложных систем и комплексов. Поэтому желательно разработать программное обеспече-

ние, позволяющее обеспечить визуализацию изменения значения $P(t)$ при его изменении под действием различных факторов. Это позволит студентам ознакомиться с практическими приложениями теории вероятностей. Такое программное обеспечение разработано на кафедре вычислительных систем РГАТУ имени П. А. Соловьева.

На рис. 1 приведено изображение линейной диаграммы, характеризующей изменение среднего времени безотказной работы (безотказности) устройства в виде электронного блока в зависимости от габаритных размеров блока. При этом для пяти блоков были выбраны различные соотношения между длиной, шириной и высотой, что повлияло на тепловой режим электронных компонентов.

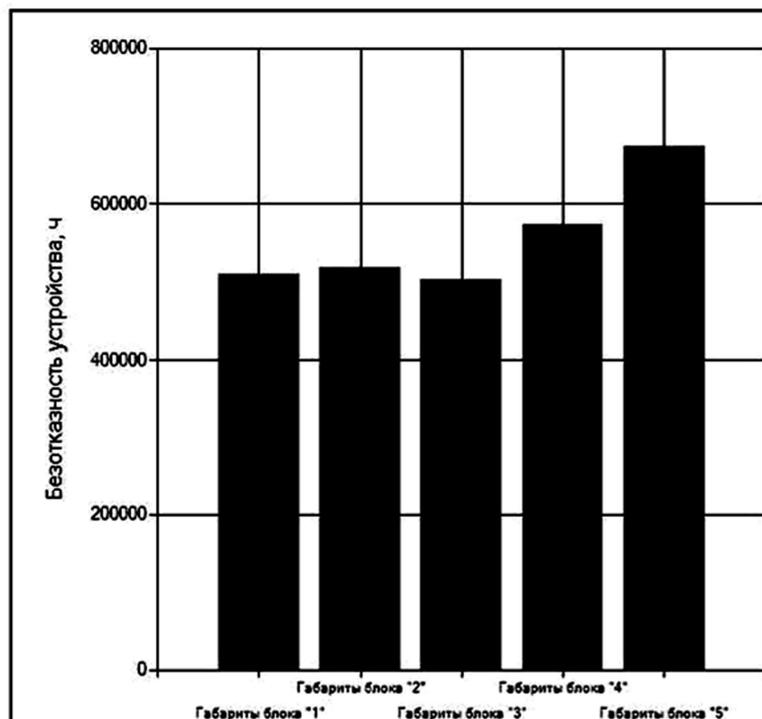


Рис. 1. Диаграммы изменения среднего времени безотказной работы устройства (вертикальная ось)

в зависимости от габаритных размеров электронного блока

Таким образом, использование информационных технологий при изучении теории вероятностей позволяет улучшить качество математического образования инженеров.

Разработанное программное обеспечение используется в СКБ кафедры вычислительных систем РГАТУ имени П. А. Соловьева.

Библиографический список

1. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие для вузов / В. Е. Гмурман. 9-е изд., стер. М.: Высш. школа, 2003. 479 с.

2. Боровиков С. М. Расчет показателей надежности радиоэлектронных средств: учебн.-метод. пособие / С. М. Боровиков, И. Н. Цырельчук, Ф. Д. Троян. Под ред. С. М. Боровикова. Минск: БГУИР, 2010. 68 с.

Сведения об авторе:

Александр Вячеславович Гусаров

E-mail: alvgus@mail.ru; spin-code: 6260-2229.

Научные интересы: автоматизация технологических процессов, прикладная математика, информационная безопасность.