

Организация контроля цифровых устройств на основе оценки достоверности их функционирования

Е. Ф. Березкин^{1*}, В. Б. Шувалов¹

¹Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия
*efber@mail.ru

Аннотация. Показатели достоверности функционирования характеризуют работоспособность системы «объект контроля – средство контроля» и существенно зависят от параметров надежности функционирования контролирующей аппаратуры. Следовательно, они могут служить критериями, по которым можно проводить выбор необходимых средств на этапе проектирования цифровых устройств и оценку их эффективности. В работе предлагаются количественные критерии оценки эффективности метода аппаратного контроля на основе предположения о том, что цифровое устройство выполняет некую обобщающую функцию, значения которой зависят от совокупности величин, отражающих отдельные режимы работы устройства, и могут классифицироваться как правильные только в случае отсутствия ошибок в работающем устройстве. Для количественной оценки достоверности функционирования аппаратуры предложено использовать значение вероятности того, что цифровое устройство в целом будет функционировать безошибочно при условии отсутствия обнаруживаемой неисправности. Рассчитанное значение оценки позволяет выбрать из нескольких возможных вариантов схемы контроля наилучший или синтезировать новый. Рассматриваются случаи организации процедур контроля на основе различных принципов и их сочетаний. Сформулирована оптимизационная задача размещения проверочных схем в контролируемом устройстве и предлагается методика ее решения в условиях наложения определенных ограничений. Отличительной особенностью предложенного подхода служит устранение необходимости применения значений условных вероятностей обнаруживаемых неисправностей, на использовании которых построены известные методы, хотя их практическое получение весьма трудоемко. Работа метода рационального размещения схем контроля иллюстрируется на примере блока управляющих сигналов.

Ключевые слова: цифровое устройство, вероятность безошибочного функционирования, модель достоверности функционирования, метод оптимизации размещения схем контроля, алгоритм, доминирующая последовательность

Для цитирования: Березкин Е. Ф., Шувалов В. Б. Организация контроля цифровых устройств на основе оценки достоверности их функционирования // Прикладная информатика. 2025. Т. 20. № 2. С. 24–37. DOI: 10.37791/2687-0649-2025-20-2-24-37

Organization of control of digital devices based on the assessment of the reliability of their functioning

E. Berezkin^{1*}, V. Shuvalov¹

¹National Research Nuclear University MEPhI, Moscow, Russia

*efber@mail.ru

Abstract. The performance reliability indicators characterize the operability of the “test object – test tool” system and significantly depend on the performance reliability parameters of the testing equipment. Consequently, they can serve as criteria for selecting the necessary tools at the design stage of digital devices and assessing their effectiveness. The paper proposes quantitative criteria for assessing the effectiveness of the hardware testing method based on the assumption that a digital device performs a certain generalizing function, the values of which depend on a set of quantities reflecting individual operating modes of the device, and can be classified as correct only if there are no errors in the operating device. To quantitatively assess the performance reliability of the equipment, it is proposed to use the probability value that the digital device as a whole will function error-free provided that there is no detectable fault. The calculated evaluation value allows you to select the best of several possible test circuit options or synthesize a new one. Cases of organizing test procedures based on various principles and their combinations are considered. An optimization problem of placing test circuits in a tested device is formulated and a technique for solving it under certain restrictions is proposed. A distinctive feature of the proposed approach is the elimination of the need to use the values of conditional probabilities of detected faults, on the use of which known methods are built, although their practical receipt is very labor-intensive. The operation of the method of rational placement of control circuits is illustrated by the example of a control signal block.

Keywords: digital device, probability of error-free operation, reliability model of operation, method of optimizing the placement of control circuits, algorithm, dominant sequence

For citation: Berezkin E., Shuvalov V. Organization of control of digital devices based on the assessment of the reliability of their functioning. *Prikladnaya informatika*=Journal of Applied Informatics, 2025, vol.20, no.2, pp.24-37 (in Russian). DOI: 10.37791/2687-0649-2025-20-2-24-37

Введение

Показатели достоверности функционирования оценивают работоспособность системы «объект контроля – средство контроля», которую далее будем именовать для краткости *аппаратным комплексом*, и поэтому существенно зависят от параметров средств контроля [1, 2]. Следовательно, они могут служить критериями, по которым можно проводить выбор этих средств

на этапе проектирования цифровых устройств и оценку их эффективности [3–5]. По сути дела, показатели достоверности являются единственными, которые можно использовать для этой цели. В частности, показатели надежности, за исключением коэффициента готовности $k_r(t)$, применение которого возможно лишь в весьма ограниченных случаях, для обоснования и выбора средств контроля не пригодны [6, 7].