

К ВОПРОСУ О ДОСТОВЕРНОСТИ ВЫЧИСЛЕНИЙ НА ЭВМ

Н. П. БАЙДА, В. М. РАЗИН, В. М. ТАНАСЕЙЧУК

(Представлена научным семинаром
кафедры вычислительной техники)

Для ЭВМ количественная оценка достоверности — уровень достоверности — характеризует истинность результата вычислений и является одним из важнейших показателей работы машины. Для вывода аналитических зависимостей, позволяющих вычислять уровень достоверности, рассмотрим следующие характеристики ЭВМ:

Λ_0 — интенсивность отказов оборудования;

Λ_c — интенсивность сбоев оборудования [1];

$\lambda = \Lambda_0 + \Lambda_c$ — общая интенсивность отказов и сбоев оборудования.

Предположим, что при отсутствии средств аппаратного контроля любой сбой или отказ в машине приводит к ошибке в вычислениях. Тогда уровень достоверности ЭВМ без контроля определится по формуле:

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

где

P_n — вероятность того, что ЭВМ будет исправна в момент начала вычислений;

t — время, прошедшее с момента начала вычислений. Величину P можно определить из выражения:

$$P_n = e^{-\Lambda_0 t^*} + (1 - e^{-\Lambda_0 t^*}) \cdot E_{т.к.}, \quad (2)$$

где

$E_{т.к.}$ — эффективность тестового контроля ЭВМ (вероятность того, что любой отказ в машине будет обнаружен при тест-контроле);

t^* — время, прошедшее с момента устранения последнего отказа, обнаруженного при ранее проводимых проверках.

Если отказов в ЭВМ не наблюдалось, то t^* необходимо отсчитывать с момента начала эксплуатации ЭВМ.

Если ЭВМ имеет систему аппаратного контроля, позволяющего обнаруживать отказы и случайные сбои, то уровень достоверности поднимется на величину:

$$D_1 = (1 - e^{-\lambda t}) E_a, \quad (3)$$

где E_a — эффективность аппаратного контроля (условная вероятность того, что будет обнаружена ошибка, если она произошла);

t — время работы ЭВМ от момента завершения последней тест-проверки;

$(1 - e^{-\lambda t})$ — вероятность возникновения отказа или сбоя в машине за время t .

При наличии аппаратного контроля выражение (1) преобразуется следующим образом:

$$D = P_n e^{-\lambda t} + (1 - e^{-\lambda t}) \cdot E_a = E_a + e^{-\lambda t} (P_n - E_a). \quad (4)$$

Из (4) следует, что при возрастании t уровень достоверности приближается к величине E_a .

Продифференцируем выражение (4) по параметрам E_a и $E_{т.к.}$:

$$D'_{E_a} = 1 - e^{-\lambda t}; \quad (5)$$

$$D'_{E_{т.к.}} = (1 - e^{-\lambda_0 t^*}) e^{-\lambda t}. \quad (6)$$

Соответствующие графики приведены на рис. 1.

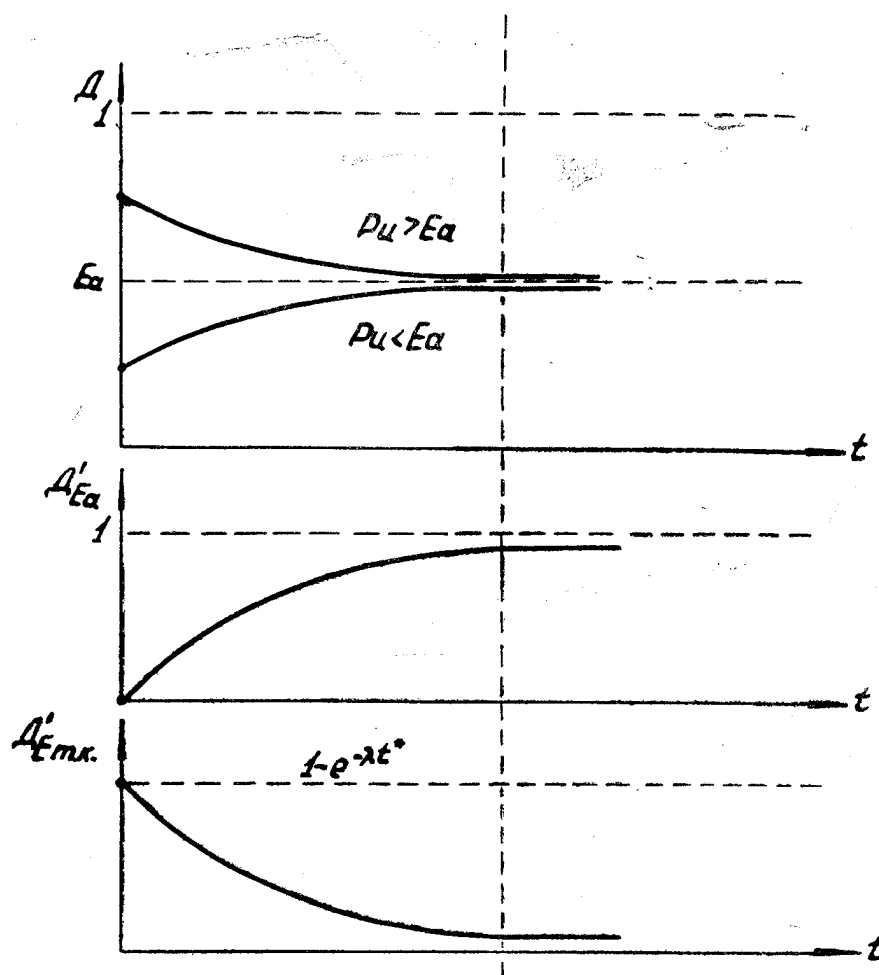


Рис. 1.

Анализ выражений (5), (6) показывает, что наибольшее влияние на уровень достоверности оказывает при малых t величина $E_{т.к.}$, а при больших — E_a .

Оптимальные соотношения между величинами E_a и $E_{т.к.}$ легко определить, исходя из требуемого уровня достоверности вычислений.

Выводы

Приведен анализ одной из важнейших характеристик работы ЭВМ — достоверности ее функционирования.

Получены аналитические зависимости, позволяющие рассчитать уровень достоверности вычислений на ЭВМ.

Показано, что наибольшее влияние на уровень достоверности оказывают величины E_a и $E_{т.к.}$. Используя формулу (4), можно по заданному уровню достоверности функционирования ЭВМ определить требуемые значения эффективности тестового и аппаратного контроля ЭВМ и наибольшее время между тест-проверками.

ЛИТЕРАТУРА

1. О. В. Щербаков. Об оценке случайных сбоев в цифровых вычислительных машинах. Изв. АН СССР. Техническая кибернетика, № 3, 1964.