

## ТЕСТИРОВАНИЕ ПРИКЛАДНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ СИСТЕМ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь, доцент, кандидат технических наук, доцент

<sup>2</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь, декан факультета инжиниринга и технологий связи, кандидат технических наук, доцент

В сложных компьютерных информационных системах, к которым относятся системы телекоммуникаций, вклад программного обеспечения в ненадежность систем может достигать 40 и более процентов [1]. Компьютерные программы, проектируемые для современных систем телекоммуникаций, могут включать сотни тысяч и более строк программного кода (в англоязычном варианте Lines of Code – LOC).

После написания кода компьютерной программы и устранения синтаксических ошибок (ошибок, связанных с нарушением правил языка программирования) программа имеет начальный уровень надежности. Этот уровень надежности может быть оценен еще до начала написания программного кода с помощью метода, предложенного в [2]. Начальный уровень надежности, как правило, будет иметь значение ниже эксплуатационного уровня, заявленного заказчиками телекоммуникационных систем. Необходимый эксплуатационный уровень надежности прикладной компьютерной программы может быть достигнут выполнением процедуры тестирования компьютерной программы [3, 4]. Разработчики программного обеспечения для телекоммуникационных систем еще до написания программного кода хотели бы знать, какие примерно затраты в человеко-днях потребуются на выполнение процедуры тестирования с целью обеспечения проектного уровня эксплуатационной надежности прикладной компьютерной программы.

В работе [3] на основе использования экспериментальных данных об эксплуатационной надежности, достигаемой для прикладных компьютерных программ путем их тестирования при использовании общепринятых методов тестирования и рабочей календарной продолжительности,

составляющей 40 процентов от общего бюджетного времени, отводимого на разработку программного обеспечения [5], получена модель для расчета процессорного времени тестирования  $t$  прикладной компьютерной программы, планируемой к разработке:

$$t = \frac{L E_L \ln(Q)}{60 K_{\Sigma} R}, \text{ ч}, \quad (1)$$

где  $L$  – объем прикладной компьютерной программы в исполняемых строках программного кода;  $E_L$  – коэффициент расширения программного кода, зависящий от используемого языка программирования и показывающий увеличение числа команд прикладной компьютерной программы относительно количества строк программного кода  $L$  (справка: для языка программирования Си  $E_L = 2,5$ ; для Си++  $E_L = 6,0$ ; в случае неопределенности с выбором языка программирования рекомендуется принять  $E_L = 10$  [6]);  $Q$  – коэффициент эффективности тестирования прикладной компьютерной программы, показывающий согласно [2], во сколько раз процедура тестирования должна уменьшить интенсивность отказов компьютерной программы (интенсивность проявления скрытых ошибок), относительно интенсивности отказов программы до начала ее тестирования;  $K_{\Sigma}$  – суммарный коэффициент увеличения интенсивности отказов, обусловленный совместным действием изменчивости входных данных и рабочей нагрузки на прикладную компьютерную программу,  $K_{\Sigma} \geq 1$ ;  $R$  – пиковое быстродействие используемого процессора (в составе компьютера), указываемое производителем в технической документации, размерность: «миллионов операций в с», то есть при  $R = 500$  млн операций в секунду в формулу (1) необходимо подставлять число 500.

На основе экспериментальных данных о надежности прикладных компьютерных программ различных областей применения [5] получено значение коэффициента  $K_{\Sigma}$  для прикладных компьютерных программ, используемых для систем телекоммуникаций ( $K_{\Sigma} = 11,5$ ), а также определен средний процент времени выполнения прикладных компьютерных программ при их тестировании, составляющий примерно 3,5 % в течение рабочего дня [2, 3]. Использование этих данных позволяет по модели (1) получить оценку процессорного времени тестирования компьютерной программы, а далее определить прогнозную трудоемкость процедуры тестирования, необходимую для достижения требуемого коэффициента тестирования  $Q$  и, следовательно, для обеспечения проектного значения эксплуатационной надежности прикладной компьютерной программы.

На рисунке 1 приведена номограмма, используемая для быстрого определения прогнозного значения процессорного времени  $t$  тестирования прикладных компьютерных программ, планируемых к разработке для систем телекоммуникаций.

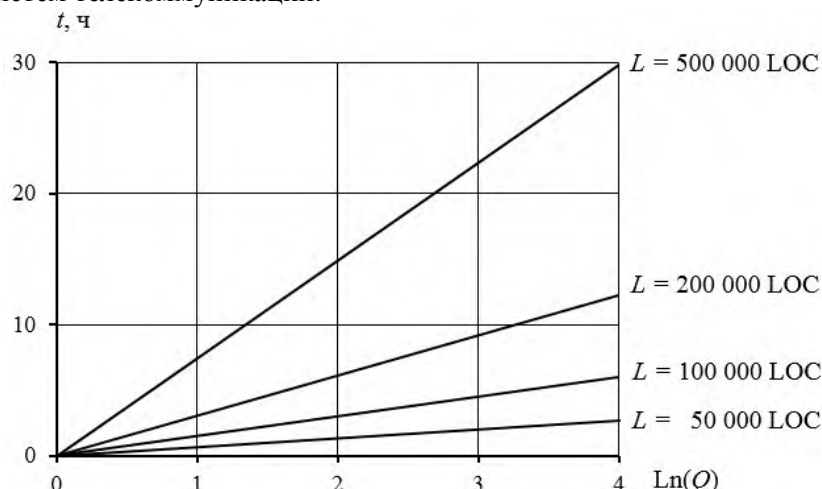


Рисунок 1 – Определение процессорного времени тестирования прикладной компьютерной программы для систем телекоммуникаций

Номограмма построена в предположении, что не выбран язык программирования (коэффициент  $E_L = 10$ ), а для тестирования прикладной компьютерной программы будет использован компьютер,

## *Защита информации и технологии информационной безопасности*

имеющий в своем составе процессор, для которого пиковое быстроедействие  $R$ , указанное в технической документации, составляет 1000 млн операций в секунду.

С учетом экспериментальных данных, приведенных в [5], прогнозное календарное время тестирования  $T_k$  прикладных компьютерных программ, предназначенных для использования в телекоммуникационных системах, может быть определено как

$$T \gg \frac{100}{3,5}t, \text{ ч}, \quad (2)$$

В формуле (2) число 3,5 показывает примерный процент рабочего времени, используемого для выполнения (прогона) компьютерных программ при их тестировании в течение рабочего дня.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Чуканов, В. О. Методы обеспечения аппаратно-программной надежности вычислительных систем / В. О. Чуканов, В. В. Гуров, Е. В. Прокопьева [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.mcst.ru/metody-obespecheniya-apparatnoprogrammnoj-nadezhnosti-vychislitelnykh-sistem>. – Дата доступа : 15.09.2023.
2. Оценка ожидаемой надежности прикладных программных средств для компьютерных информационных систем / С. М. Боровиков [и др.] // Информатика. – 2021. – Т. 18, № 1. – С. 84–95.
3. Модель прогнозирования времени тестирования прикладных компьютерных программ для технологий BIG DATA / С. М. Боровиков [и др.] // BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня: сборник научных статей VII Международной научно-практической конференции, Минск, 19-20 мая 2021 года. – Минск : Бестпринт, 2021. – С. 404–411.
4. Казючиц, В. О. Модель прогнозирования времени тестирования компьютерной программы автоматизированной оценки надежности полупроводниковых приборов / В. О. Казючиц, С. М. Боровиков, Е. Н. Шнейдеров // Доклады БГУИР. – 2022. – Т. 20, № 7. – С. 72 – 80.
5. McCall, J. A. Software Reliability, Measurement, and Testing Guidebook for Software Reliability Measurement and Testing [Electronic resource] / J. A. McCall [et al.]. – 1992. – Mode of access : <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a256164.pdf>. – Date of access: 15.09.2023.
6. Чуканов, В. О. Надежность программного обеспечения и аппаратных средств систем передачи данных атомных электростанций: учеб. пособие / В. О. Чуканов. – М. : МИФИ, 2008. – 168 с.