

*Чекунов Александр Александрович*

студент

*Гуров Валерий Валентинович*

канд. техн. наук, доцент

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский

ядерный университет «МИФИ»

г. Москва

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ МИЛЛСА НАДЁЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ ГРАНИЧНЫХ ЗНАЧЕНИЯХ ЕЁ ПАРАМЕТРОВ**

*Аннотация:* в данной статье рассмотрены особенности практического использования модели Миллса надёжности программного обеспечения. Представлены результаты, полученные при различных параметрах исследуемой модели. Отражена зависимость показателей надёжности от количества этапов тестирования.

*Ключевые слова:* количество ошибок, программное обеспечение.

Для прогнозирования наличия ошибок в программном обеспечении, существуют математические модели надёжности программного обеспечения. Основываясь на числовых результатах тестирования в определенный промежуток времени получается прогноз возможного количества ошибок. Эти модели могут быть применены на этапах создания программного обеспечения и его поддержки [1].

Особенно актуальным является применение моделей Шумана и Миллса надёжности программного обеспечения.

Важным является анализ практического использования модели Миллса надёжности программного обеспечения при различных исходных данных. Одним из важных параметров, который влияет на результат, является предположение о числе первоначальных ошибок, содержавшихся в программе. Данное значение может быть получено с помощью какой-либо другой модели надёжности,

которая позволяет её получить, для этой цели я буду использовать модель Шумана.

*Модель Шумана* относится к дискретным аналитическим моделям. Начальные данные, для использования которой служат результаты, собранные в процессе тестирования автоматизированной системы обработки данных в течение конкретных или случайных временных интервалов.

Для получения первоначального количества ошибок присутствующих в программе ( $N$ ), используются следующие формулы.

Средняя интенсивность появления ошибок ( $\lambda$ ) на участке  $\tau$ .

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^k A_i}{\tau}, \quad (1)$$

где  $A_i$  – это количество ошибок на  $i$ -м прогоне;

$\varepsilon_1(\tau)$  – количество ошибок, найденное в течение тестового времени в расчёте на одну команду в коде.

$$\varepsilon_1(\tau) = \frac{X}{I} \quad (2)$$

где  $X$  – количество найденных ошибок за определенный период времени.

Количество ошибок, изначально присутствующих в программе ( $N$ ), определяется при условии наличия двух разных моментов тестирования( $\tau$ ):  $\varepsilon(\tau_a)$  и  $\varepsilon(\tau_b)$ , которые выбираются произвольно с учетом требования: количество найденных ошибок в момент  $b$  больше чем в момент  $a$   $\varepsilon(\tau_b) > \varepsilon(\tau_a)$ , и момент  $a$  предшествует моменту  $b$ :  $\tau_b > \tau_a$ [2].

В этом случае можно применить формулу 3:

$$N = \frac{I * \left[ \frac{\lambda_b}{\lambda_a} * \varepsilon(\tau_a) - \varepsilon(\tau_b) \right]}{\frac{\lambda_b}{\lambda_a} - 1} \quad (3)$$

В тестовом примере 1000 (I) операторов, в процессе исследования было проведено 10 тестовых прогонов, были получены необходимые данные, сведённые в график (рис. 1).

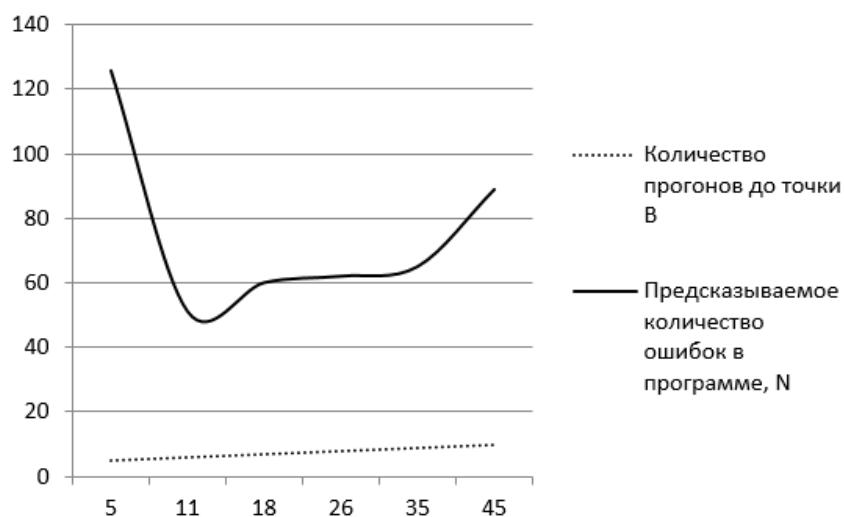


Рис. 1. Графическое изображение результатов работы программы по модели Шумана

Анализ полученных результатов показывает, что при близком расположении в начале периода тестирования должно пройти относительно большое время, чтобы результат ( $N$  – ожидаемое количество ошибок в программе) вышел на достаточно установившийся режим.

Положение точки В относительно точки А, во-первых, должно удовлетворять условиям модели Шумана. Дальнейший прогноз, выдаваемый этой моделью, показывает определённый рост прогноза ожидаемого количества ошибок в программе, но требует дополнительного исследования, которое для данной работы не является основной целью.

Результаты, полученные на первом шаге при использовании модели Шумана согласно предлагаемому варианту оценки надежности разрабатываемого (или модифицируемого) программного обеспечения. При этом используется модель Миллса с не полностью найденными внесенными ошибками.

Результаты, полученные при различных параметрах этой модели, представлены в следующей таблице (табл. 1) и на графике (рис. 2).

Таблица 2

Зависимость показателей надёжности от количества  
этапов тестирования (L=100, K=100)

v	20	16	13	10	8	7	5	4	3	3	2	2	1
C	2,5 Е- 13	9,0 Е- 13	9,0 Е- 13	1,2 Е- 11	2,6 Е- 10	9,5 Е- 11	6,3 Е- 09	3,4 Е- 09	2,6 Е- 08	1,0 Е- 08	2,3 Е- 07	6,1 Е- 08	2,10 Е- 06
k	14	12	10	9	8	7	6	5	4	4	3	3	2
Сумма найден- ных внесённых	20	20	36	49	59	67	74	79	83	87	89	91	93
Сумма найден- ных собствен- ных	14	14	26	36	45	53	60	65	70	74	78	81	84
N	70	75	81	87	93	100	108	116	125	134	144	157	170

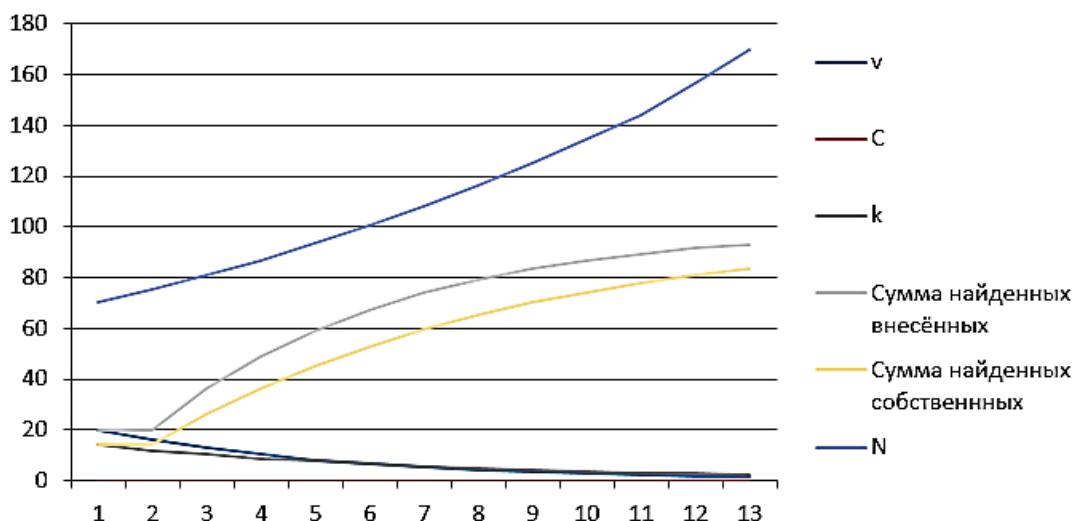


Рис. 2. Зависимость показателей надёжности

от количества этапов тестирования

Данные результаты получены на основе предположения, что число вносимых ошибок L=100, а число ожидаемых ошибок K=100.

Результаты получены в предположении роста надёжно, т.е. после каждого этапа тестирования все найденные ошибки устраняются. При этом новые ошибки не вносятся.

На следующем этапе тестирования количество собственных и внесенных ошибок уменьшается. За счет этого уменьшается и количество найденных собственных и внесенных ошибок.

Как было показано ранее, использование динамических моделей надёжности.

Приведенные таблица и графики показывают, что мера доверия к полученным значениям общего числа ошибок в программе крайне мала при числе найденных ошибок ( $k$ ) ниже ожидаемого количества ошибок в программе.

При анализе уже отлаженной программой, где ожидаемое количество ошибок невелико, то ситуация существенно меняется.

Так, при количестве ожидаемых ошибок, равном 60, таблица 1 получает вид, представленный в табл. 2.

Таблица 2

Зависимость показателей надёжности

от количества этапов тестирования ( $L=100$ ,  $K=60$ )

v	20	16	13	10	8	7	5	4	3	3	2	2	1
C	2,5E-13	9,0E-13	9,0E-13	1,2E-11	2,6E-10	9,5E-11	6,3E-09	1	1	1	1	1	1
k	14	12	10	9	8	7	6	5	4	4	3	3	2
Сумма найденных внесённых	20	20	36	49	59	67	74	79	83	87	89	91	93
Сумма найденных собственных	14	14	26	36	45	53	60	65	70	74	78	81	84
N	70	75	81	87	93	100	108	116	125	134	144	157	170

Таким образом, удовлетворительное значение достоверности получаемого результата обеспечивается лишь для случая, когда количество найденных собственных ошибок оказывается не меньше ожидаемого результата.

Другие приемлемые результаты достоверности могут быть в случае, когда ожидается небольшое число ошибок  $K$ . Именно такие случаи и приводятся обычно в литературе для иллюстрации использования данной модели [3; 4].

### **Список литературы**

1. Майерс Г.Дж. Надежность программного обеспечения / Г.Дж. Майерс. – Мир, 1980. – 354 с.
2. Липаев В.В. Проектирование программных средств: Учебн. пособие для вузов для спец. «Автом. сист. обр. информ. и упр» / В.В. Липаев. – М.: Высш. шк., 1990. – 303 с.
3. Надежность программного обеспечения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://madiasunik.ucoz.ru/Nadejnost/Material\\_nadejnost.pdf](http://madiasunik.ucoz.ru/Nadejnost/Material_nadejnost.pdf) (дата обращения 21.05.17).
4. Павловская О.О. Статические методы оценки надежности программного обеспечения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dspace.susu.ru/xmlui/bitstream/handle/0001.74/778/7.pdf?sequence=1> (дата обращения 21.05.17).