Г.Е. Шепитько

ХАРАКТЕРИСТИКИ ОТКАЗОВ МНОЖИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Излагается разработанный автором математический аппарат для оценки эксплуатационной погрешности множительных средств вычислительной техники (сканирования, копирования, печати) с использованием многолетних экспериментальных данных по частоте технических и программных отказов этих средств

Ключевые слова: отказ, ущерб, вероятность, нагрузка

G.E. Shepitko

CHARACTERISTICS OF REFUSALS OF MULTIPLYING COMPUTER SCIENCE

The mathematical apparatus developed by the author for an estimation of an operational error of multiplying computer science (scanning, copying is stated, to the press) with use of long-term experimental data on frequency of technical and program refusals of these means

Key words: refusal, damage, probability, loading

Отказы технических средств вносят определённый вклад в интенсивность компьютерных нарушений в информационных системах. В то же время отсутствие экспериментальных данных не позволяет получить достаточно надёжные количественные оценки вероятности, ущерба и экономического риска отказов в реальных условиях эксплуатации. Теоретические трудности связаны с отсутствием простой модели распределения вероятности ущерба с учётом "затянутости" его хвостов [1].

Рассмотрим задачу оценки эксплуатационной надёжности вычислительной техники (ВТ), когда объектом изучения являются средства сканирования, копирования и печати.

Будем считать, что регистрируется пуассоновский поток отказов на интервале времени Т, тогда вероятность отказа на одном средстве будет определяться формулой

$$P_c = 1 - \exp\{-\lambda T\}, \quad (1)$$

где λ - интенсивность потока отказов, $\lambda = m/N \cdot T$,

m, N – количество отказов и количество средств соответственно.

Примем, что плотность вероятности P_y экономического ущерба зависит от размера ущерба Y_y в виде некоторой нормированной функции $P_y(Y_y)$. Тогда можно записать выражение для одной из составляющих экономического риска отказов (при фиксированном ущербе)

$$R_y = \lambda \cdot Y_y \cdot P_y(Y_y), \quad (2)$$

С учётом полного спектра потерь получим выражение для среднего экономического риска отказов (размера ежегодных экономических потерь

на одном средстве на один отказ)

$$R_{\text{су}} = \lambda \sum_{i=1}^{n} Y_{\text{у}} P_{\text{у}}(Y_{\text{у}}), \qquad (3)$$

где n – количество интервалов шкалы оценки экономического ущерба последствий отказа средства.

С целью экспериментальной апробации изложенного подхода была использована база данных об эксплуатационной надёжности следующих устройств:

Sharp SF2114 / Копир;
Sharp SF2116 / Копир;
Sharp A*R*163 / Копир-принтер;
Sharp A*R*-M160 / Копир-принтер-сканер;
Sharp A*R*-M150/ Копир-принтер-сканер;
Canon i*R*2000/Копир-принтер;
Canon i*R*2200/ Копир-принтер;
Xerox WC-M118/МФУ (много функциональное устройство);
Xerox WC-*PR*o123/МФУ;
Xerox WC-*PR*o238/МФУ.

Количество устройств – N = 680, объём выборки – $N \cdot T$= 3190, количество внезапных отказов m = 2730.

Все выявленные внезапные отказы сгруппированы по степени нагрузки H и интенсивности отказов λ каждого множительного средства за период времени T = 1 год.

На рис. 1 и 2 представлены зависимости λ технических и программных отказов (ОТ и ПО) от нагрузки H.

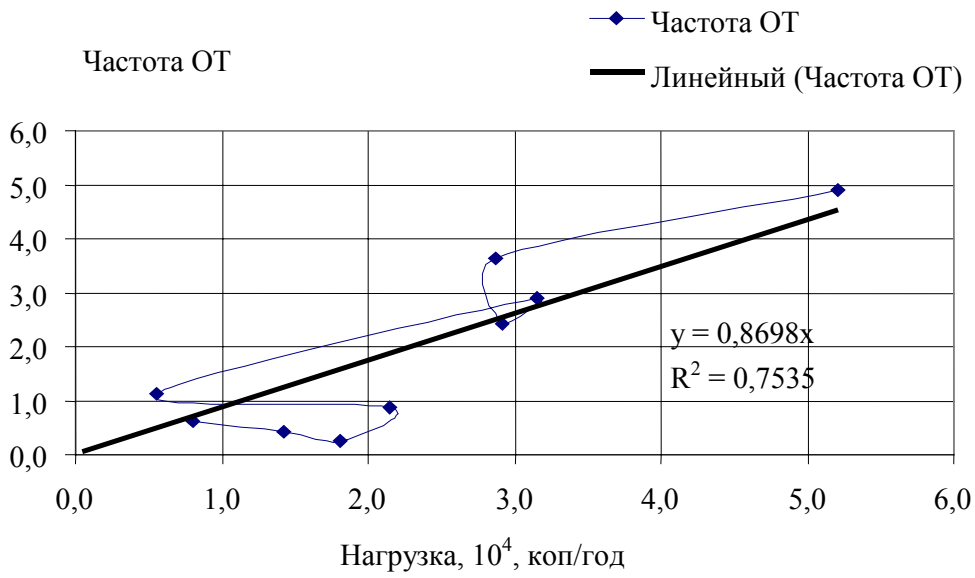

Рис. 1. Зависимость интенсивности внезапных отказов от количества копий

Из рассмотрения этих зависимостей следует их линейность от нагрузки и возможность достижения $\lambda = 1$ при $H = 10^4$ копий в год.

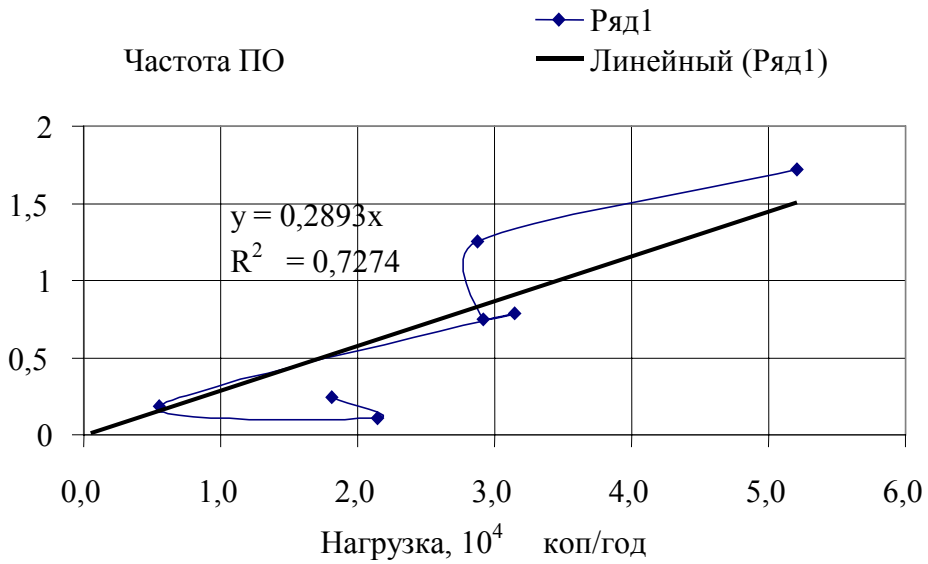

Рис. 2. Зависимость интенсивности программных отказов от количества копий

При нормированной нагрузке $H = 10^4$ копий найдено эмпирическое распределение вероятностей интенсивности отказов λ (рис. 3), которое описывается нормальным законом распределения.

На рис. 4 представлено эмпирическое распределение вероятностей ущерба, которое описывается логарифмически нормальным законом распределения.

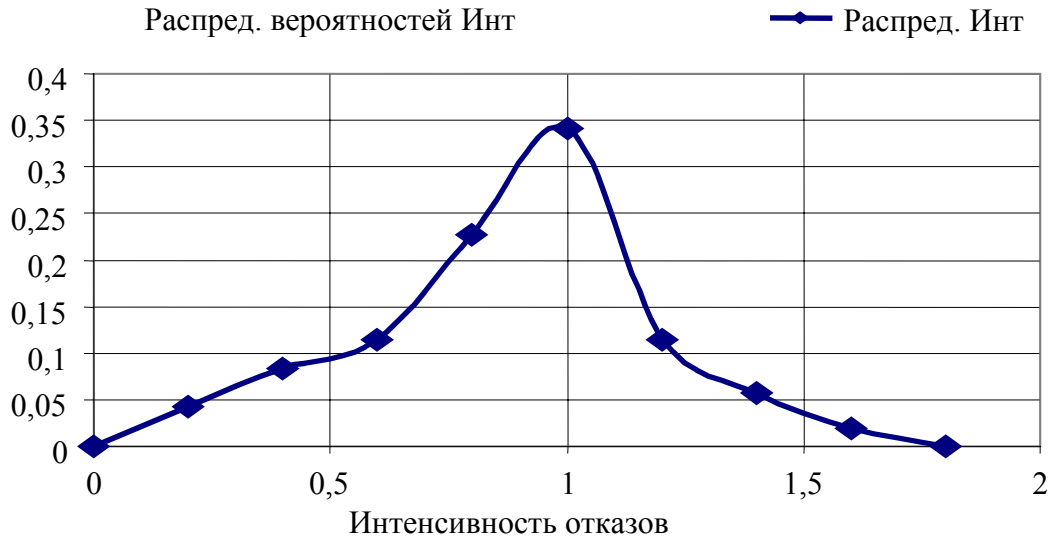

Рис. 3. Распределение вероятностей оценки интенсивности внезапных отказов при $H = 10^4$

Рис. 4. Распределение вероятностей стоимости прямого ущерба от размера ущерба

В соответствии с выражением (2) найдена монотонно растущая зависимость составляющих риска от размера ущерба, которая представлена на рис. 5. и объясняется низкой скоростью спадания правого "хвоста" логарифмически нормального распределения ущерба.

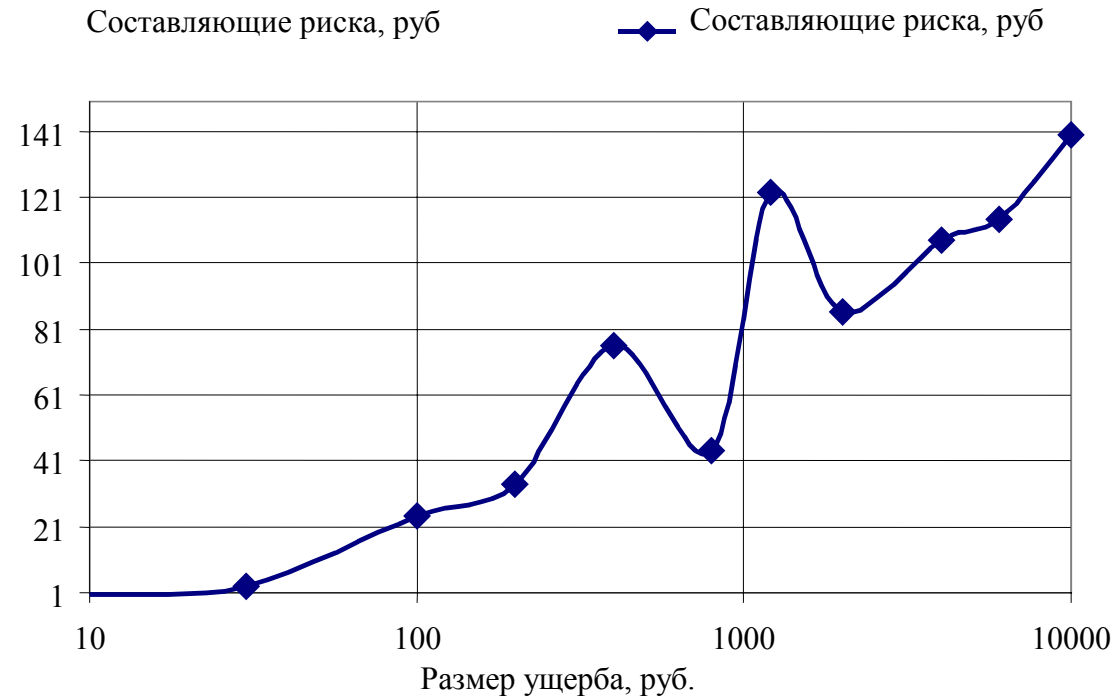

Рис. 5. Зависимость составляющих риска от размера ущерба

Анализ выражения (3) показал, что определяющий вклад в экономический риск вносят отказы с ущербом более среднего значения ущерба.

Таким образом, с точки зрения аналитического подхода заслуживают более пристального внимания редкие отказы с большим размером ущерба.

Автор статьи выражает свою благодарность сотруднику учреждения "Фьючерс" Борману П.В. за представление исходных многолетних статистических данных об отказах множительных средств.

Литература

1. Шепитько Г.Е. Аналитический подход к оценке экономического риска системы защиты информации // Материалы XVI НТК "Системы безопасности" – СБ-2007. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2007. – С. 63-67.