

**С.Ю. Бутузов, А.Ю. Любавский**

(Академия Государственной противопожарной службы МЧС России;

e-mail: nelezopassno@mail.ru)

## **ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ НАРАБОТКИ НА ОТКАЗ НАКОПИТЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ**

*Проведена оценка времени наработки на отказ жёстких дисков, используемых в автоматизированных системах пожаровзрывобезопасности промышленных предприятий. Полученные значения могут быть использованы при проведении технического обслуживания этих дисков.*

*Ключевые слова: автоматизированная система пожаровзрывобезопасности, надёжность жёстких дисков, распределение Вейбулла.*

**S.Yu. Butuzov, A.Y. Lyubavsky**

## **EVALUATION OF MEAN TIME BETWEEN FAILURE OF STORES OF INFORMATION OF AUTOMATED SYSTEMS FIRE AND EXPLOSION SAFETY**

*Evaluated of mean time between failure of hard disks used in automated systems fire and explosion safety of industrial enterprises. The values obtained can be used for maintenance of these disks*

*Key words: automated systems fire and explosion safety, reliability of hard disks, Weibull distribution.*

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 12 августа 2011 г.

В настоящее время на промышленных предприятиях широко внедряются компьютерные автоматизированные системы **пожаровзрывобезопасности (АСПВБ)**. Это делает актуальной оценку **времени наработки на отказ (ВНО) жёстких дисков (ЖД)**, так как знание этого параметра необходимо для установления регламента проведения технического обслуживания этих дисков и технических средств АСПВБ в целом.

Анализ литературы [1, 2] показал, что для расчёта времени наработки на отказ жёсткого диска применима функция распределения Вейбулла. Для расчёта ВНО жёсткого диска применён программный продукт SuperSmith фирмы FultonFindings, основанный на расчётной зависимости:

$$f_{\zeta, \beta}(x) = \frac{\beta \cdot x^{\beta-1} \cdot e^{-\left(\frac{x}{\zeta}\right)^{\beta}}}{\zeta^{\beta}}, \quad x > 0, \quad \beta > 0, \quad \zeta > 0, \quad (1)$$

где  $x$  – количество ЖД, прошедших испытания на надёжность;

$\beta$  – коэффициент, определённый по результатам статистических наблюдений в лаборатории Seagate ( $\beta = 0,55$ );

$\zeta$  – время, в течение которого выходят из строя 90 % тестируемых ЖД, ч.

Под наработкой на отказ будем понимать отношение времени наработки в часах в течение года к усреднённой годовой интенсивности отказов за первый год, которая рассчитывается на основе данных о времени безотказной работы, полученных в ходе демонстрационных испытаний на надёжность. Такой метод даёт необходимую точность при малом количестве отказов.

В качестве примера предположим, что испытанию были подвергнуты 500 ЖД, каждый из которых проработал 8760 ч ( $24 \text{ ч} \times 365 \text{ дней}$ ) при температуре окружающей среды  $42 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Допустим, что в ходе испытаний было отмечено три отказа (после 120, 1330 и 2320 ч работы). Это означает, что из 500 проверенных накопителей успешно прошли испытание ( $x = 497$ ).

По результатам анализа статистики,  $\zeta = 10319$  для 3 отказов из 500 ЖД.

Поскольку 8760 ч при температуре  $42 \text{ }^\circ\text{C}$  для испытания вполне достаточно, использован параметр "доверительная вероятность прекращения испытаний", который для анализа WeiBayes принят равным 63,2 %. Расчёт по методу WeiBayes показал, что при температуре  $42 \text{ }^\circ\text{C}$  и статистическом значении  $\beta = 0,55$  приемлемое значение  $\zeta$  составляет 10009 ч.

Следующий этап анализа состоит в пересчёте параметра  $\zeta$ , полученного в результате тестов при  $42 \text{ }^\circ\text{C}$ , для рабочей температуры ( $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Опираясь на модель Arrhenius для учёта температурных различий, можно принять коэффициент учащения отказов равным 2,2208. При этом значение  $\zeta$  для  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  будет равно 22916 ч.

Далее необходимо оценить усреднённую интенсивность отказов ЖД установленного в компьютере управления АСПВБ. Для этого примем, что ЖД находится во включённом состоянии 8760 ч в год, с учётом того, что 24 ч он эксплуатировался на заводе на этапе интеграции. Поскольку все ЖД, вышедшие из строя в течение этого периода, возвращаются в фирму-производитель Seagate и к конечному пользователю не попадают, при расчёте наработки на отказ за первый год они не учитываются.

Рассмотрим, как изменяется время наработки на отказ при повышении рабочей температуры. Для построения таблицы температурного коэффициента времени наработки на отказ можно применить ту же модель Arrhenius, которую использовали для определения коэффициента учащения отказов. Табл. 1 показывает, как снижается наработка на отказ (если продолжительность включения составляет 100 %) при температуре окружающей среды свыше  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ . Приведенные данные используются специалистами компании Seagate.

**Зависимость времени наработки на отказ от температуры окружающей среды**

Температура, °С	Коэффициент учащения отказов	Скорректированное время наработки на отказ, ч
25	1,0000	28480
26	1,0507	27105
30	1,2763	22315
34	1,5425	18464
38	1,8552	15351
42	2,2208	12824
46	2,6465	10761
50	3,1401	9070
54	3,7103	7676

Из табл. 1 следует, что температура 54 °С является максимально допустимой, так как при более высокой температуре ЖД работают менее одного года.

На основании данных, представленных в таблице, можно сделать вывод, что при оптимальной температуре (25 °С) ЖД будет работать до первого отказа три года и два месяца, при температуре 54 °С срок его работы до первого отказа составит семь месяцев, следовательно, рассмотрение наработки на отказ при температуре свыше 54 °С рассматривать нецелесообразно.

Использованный авторами метод позволяет определять время наработки на отказ жёсткого диска в режиме круглосуточной эксплуатации. Также, применив коэффициенты учащения отказов, полученные в компании Seagate, можно рассчитывать время наработки на отказ для различных значений рабочей температуры. Полученные значения времени наработки на отказ позволяют при измерении температуры спрогнозировать отказ диска и повысить эффективность АСПВБ в целом.

**Литература**

1. *Манита А.Д.* Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие. М.: Изд. отдел УНЦДО, 2001. 120 с.
2. *Dr. Robert B. Abernethy.* The New Weibull handbook, Second Edition, авторское издание, 1996.
3. *Феллер В.* Введение в теорию вероятностей и её приложения, пер. с англ., 2 изд., т. 2. М.: Изд-во иностранной литературы, 1967. 765 с.