

## ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА АППРОКСИМАЦИИ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН

А.В. Оводенко, А.В. Солдатенко, А.В. Хохол, Е.И. Щербаков  
Донецкий национальный технический университет

*У статті розглянуто методи та принципи візуалізації процесу апроксимації випадкових величин. Також розраховані статистичні параметри емпіричних розподілів та наведені їх графіки.*

Основной целью экспериментального исследования является практическая проверка методов обработки информации об отказах по реальным статистическим данным ограниченного объема при эксплуатации блоков устройства.

К числу основных задач относится также экспериментальное проведение сравнительного анализа существующих и предложенных методов обработки статистических данных об отказах и исследование предложенного метода прогнозирования уровня безотказности для конкретных изделий. Для этого был использован реальный статистический материал [1].

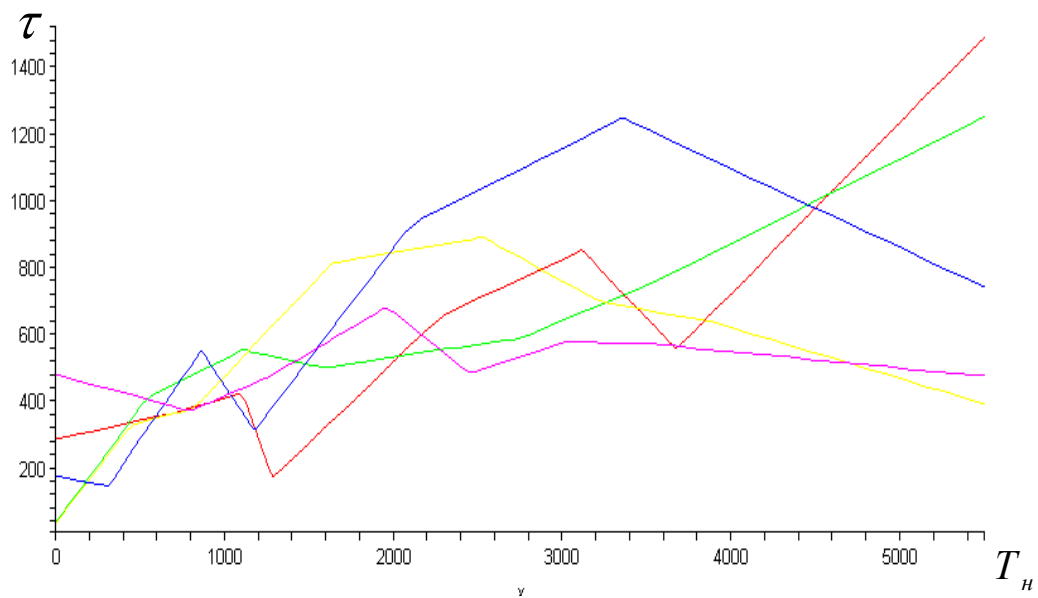
Визуализация процесса аппроксимации была выполнена в математическом пакете Maple 9.5.

Для построения эмпирического случайного процесса были взяты два одномерных массива. В одном из которых были записаны значения наработки до отказа  $T_n$ , а в другом – интервал времени между отказами  $\tau$ .

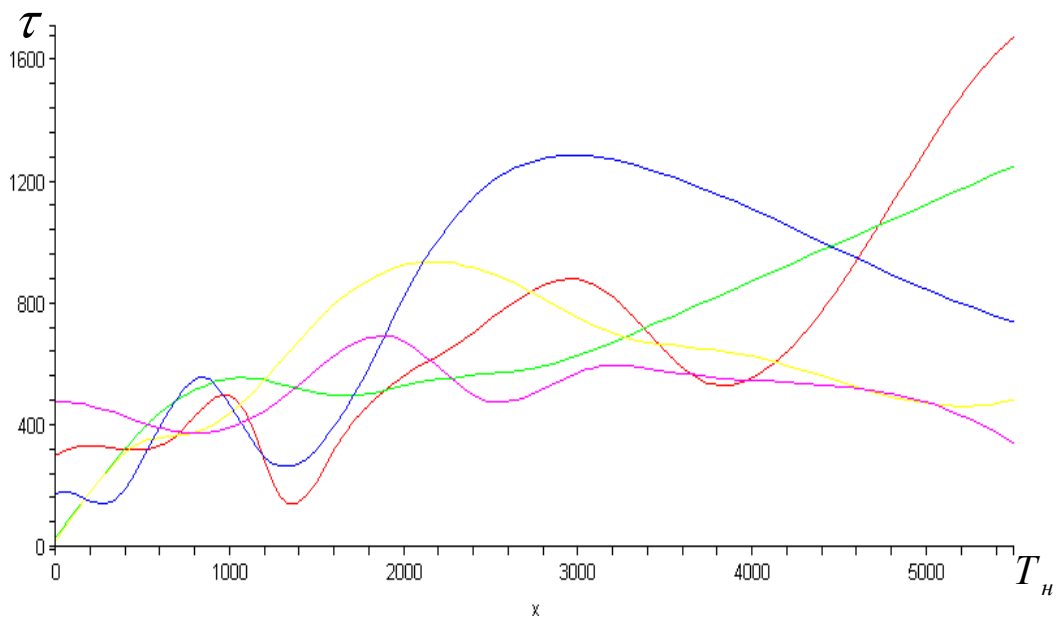
На основании этих массивов был построен эмпирический случайный процесс изменения уровня безотказности конкретных изделий с применением интерполяции различными сплайн-функциями:

1. линейный сплайн;
2. квадратичный сплайн;
3. кубический сплайн.

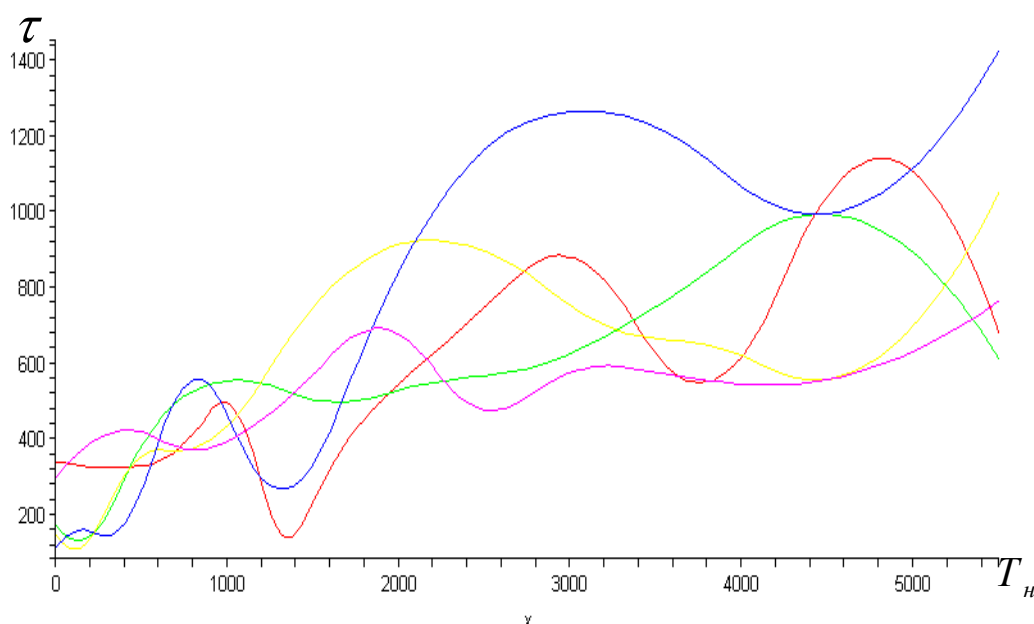
На основе этих данных рассчитывались последовательности наработок в часах между соседними отказами. Затем были построены реализации эмпирического случайного процесса изменения уровня безотказности для ансамбля аналогичных блоков (рис. 1 – 3).



**Рис. 1. Реализация эмпирического случайного процесса (аппроксимация линейным сплайном)**



**Рис. 2. Реализация эмпирического случайного процесса (аппроксимация квадратичным сплайном)**



**Рис. 3. Реализация эмпирического случайного процесса (аппроксимация кубическим сплайном)**

Чтобы проанализировать динамику изменения показателей надежности устройств в процессе их эксплуатации был проведен ряд сечений эмпирического случайного процесса через интервал  $\Delta T_n = 500$ ч.

Для каждого сечения были рассчитаны средние значения интервалов между отказами  $\Delta \tau_{cp}$  и среднеквадратические отклонения  $\sigma_{cp}$  наработки на отказ.

С этой целью была составлена процедура в пакете Maple 9.5 с использованием стандартных библиотек.[2] Данная функция имеет вид:

```

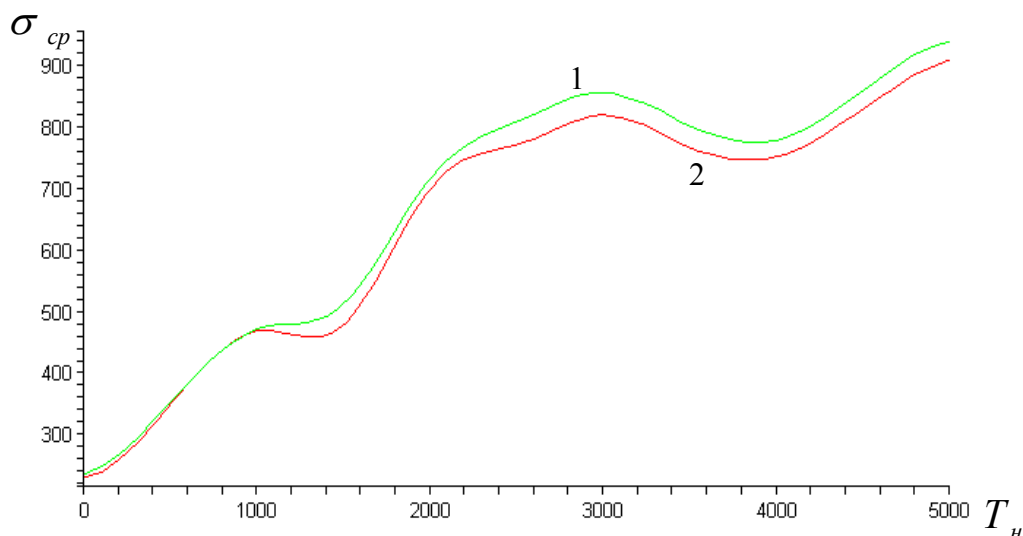
> flag:=0:
> flag1:=0:
> for j from 1 by 1 to 9
do

    flag:=[k0[j],k1[j],k2[j],k3[j],k4[j]];
    flag1:=[k0[j],k1[j],k2[j],k3[j],k4[j]];
    YT[j]:=describe[mean](flag);
    YQM[j]:=describe[quadraticmean](flag);
od:

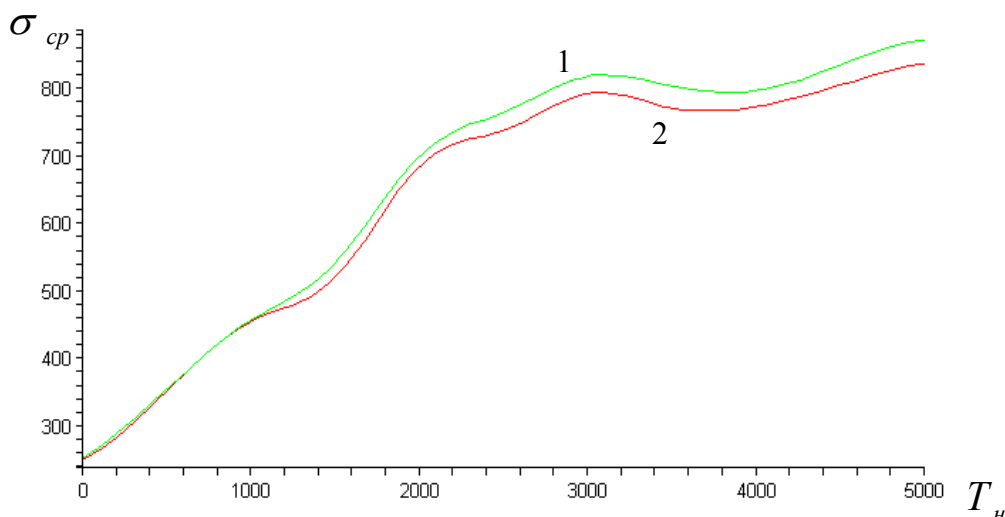
```

где  $k_i [ j ]$  – ряд сечений случайного эмпирического процесса.

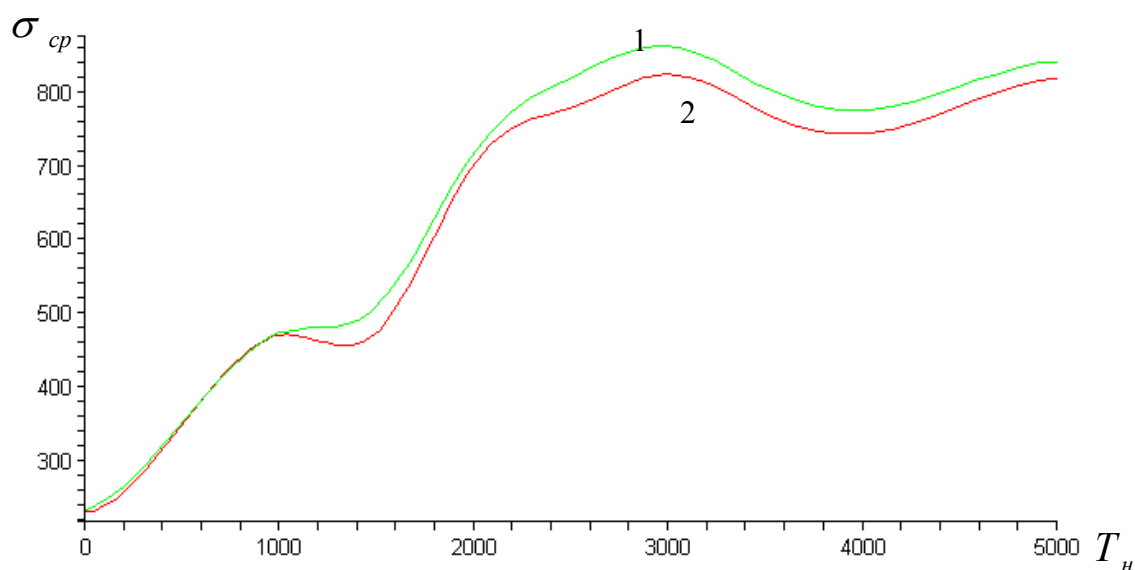
По данным, полученным с помощью этой процедуры, были построены графики зависимости интервалов между отказами  $\Delta\tau_{cp}$  и среднеквадратичного отклонения наработки на отказ  $\sigma_{cp}$  от наработки  $T_n$  (рис. 4 – 6), где кривая 1 отображает среднеквадратическое отклонение наработки на отказ, а кривая 2 – интервалы между отказами.



**Рис. 4. Зависимость параметров эмпирических распределений от наработки в процессе эксплуатации устройств (аппроксимация линейным сплайном)**



**Рис. 5. Зависимость параметров эмпирических распределений от наработки в процессе эксплуатации устройств (аппроксимация квадратичным сплайном)**



**Рис. 6. Зависимость параметров эмпирических распределений от наработки в процессе эксплуатации устройств (аппроксимация кубическим сплайном)**

### **Выводы**

В целях повышения достоверности диагноза и прогнозирования одна и та же выборка данных о контролируемом параметре подвергается также дополнительной обработке посредством интерполяционной технологии полиномами, в частности с помощью сплайн-функций, с последующей верификацией стандартной вероятностной моделью. Изоморфизм моделей по результатам обработки одной и той же выборки разными технологиями позволит обоснованно классифицировать состояние объекта диагностики.

### **Библиографический список**

1. Гузик В.Ф., Кидалов В.И., Самойленко А.П. Статистическая диагностика неравновесных объектов. – СПб: Судостроение, 2009. – 304 с., ил.
2. Дьяконов В. Maple 7: Учебный курс. – СПб: Питер, 2002. – 672 с.