

*Д.В. Игнатов\**

## **ЗАДАЧА АВТОМАТИЗАЦИИ ОЦЕНКИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ ПРОЦЕССОРНЫХ СРЕДСТВ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ**

Одной из важнейших характеристик качества любого устройства является его надежность. Для средств измерений, и в том числе для процессорных средств (ПрС) теплофизических измерений (ТФИ), особое значение имеет обеспечение их метрологической надежности (МН). Причиной этого является то, что метрологический отказ, в отличие от обычного отказа, является скрытым, обнаруживаемым только при проведении очередной метрологической поверки.

Существует обобщенная методика оценки МН ПрС ТФИ, основанная на аналитико-вероятностном подходе к определению показателей МН проектируемых средств с использованием принципов статистического моделирования, изложенная в [1, 2]. Эта методика охватывает как этап проектирования, так и этап эксплуатации.

Методика распространяется на аналоговые устройства (блоки, модули и т.д.), построенные на радиоэлектронных элементах, и составляющих измерительный канал. Так как МН ПрС ТФИ в целом определяется метрологической исправностью аналоговых блоков измерительного канала исследуемого средства, то методика определяет алгоритм оценки состояния метрологических характеристик (МХ) аналоговых блоков, составляющих ПрС ТФИ.

В качестве исходных данных, как определено в [1], предполагаются известными: технические описания, функциональные и электрические схемы аналоговых блоков, элементная база и данные о ее температурно-временной стабильности.

Методика оценки и прогнозирования МН при проектировании и эксплуатации ПрС ТФИ состоит из следующих разделов:

---

\* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. Т.И. Чернышовой.

– оценка и прогнозирование состояния МХ аналоговых блоков на этапе проектирования, включающее в себя математическое моделирование функционирования исследуемых блоков и построение математической модели МХ для прогнозирования метрологической исправности и МН проектируемых ПрС ТФИ с учетом температурного режима эксплуатации блоков и средств в целом;

– разработка исходных данных для оценки состояния МХ блоков ПрС ТФИ в процессе эксплуатации, а именно определение величин межповерочных интервалов  $\Delta t_i, i = 1, 2, \dots, n$ , где  $n$  – номер межповерочного интервала, необходимого количества измерений  $N$  метрологической характеристики проверяемого ПрС ТФИ, а также расчет необходимого первоначального объема выборки  $N_0$  при экспериментальных исследованиях блоков;

– оценка и прогнозирование состояния МХ блоков ПрС ТФИ на этапе эксплуатации.

Схема алгоритма, определяющего основные разделы методики, представлены на рис. 1.

Результатом прогнозирования является формирование вероятностного суждения о метрологической исправности исследуемых средств в заданный момент времени предстоящей эксплуатации, либо определение с некоторой вероятностью момента наступления метрологического отказа и величины метрологического ресурса.

Для широкого внедрения данной методики в практику проектирования и эксплуатации ПрС ТФИ необходимо программное обеспечение, которое делает возможным проектирование ПрС с оценкой их МН, а также позволит оптимизировать проведение поверочных работ на этапе эксплуатации.

На кафедре КРЭМС Тамбовского государственного технического университета ведется разработка такого программного обеспечения (программного пакета), реализующего описанную методику. Разработка производится в среде визуального проектирования C++ Builder фирмы Inprise Corp. с использованием языка высокого уровня C++.

Программный пакет построен таким образом, что его необходимо использовать совместно с традиционными САПР электронных средств, в частности САПР электрических схем (например, PSpice) и печатных плат (например, OrCAD). Пакет состоит из двух частей, каждая из которых относится к этапу проектирования и эксплуатации соответственно.

На этапе проектирования производится подготовка исходных данных для математического модели-

рования состояния МХ проектируемых блоков, само математическое моделирование и прогнозирование

метрологического ресурса блока с учетом температурного режима его эксплуатации. В результате

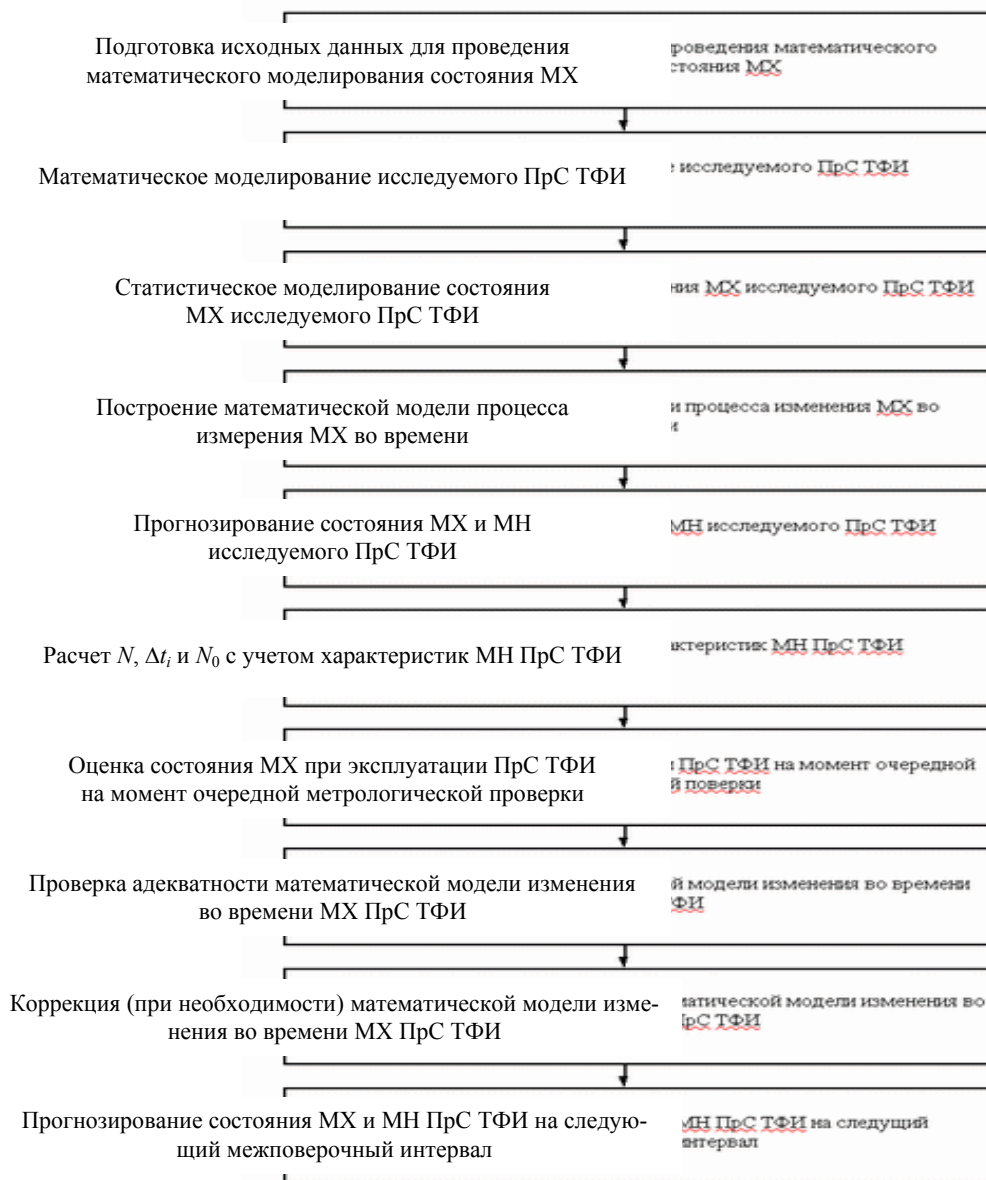
работы первой части пакета получается математическая модель процесса изменения МХ блока

во времени и потенциальный метрологический ресурс блока при различных температурных режимах

его эксплуатации. По этим результатам можно судить о соответствии проектируемого блока, его

электрической схемы и элементной базы требованиям к его метрологической стабильности. Таким

образом, эта часть пакета реализует первые пять блоков схемы, изображенной на рис. 1.



**Рис. 1** Обобщенная методика оценки метрологической надежности ПрС ТФИ

На этапе эксплуатации вторая часть пакета позволяет автоматизировать решение таких насущных задач, как определение длительности следующего межповерочного интервала и необходимого числа измерений значения МХ при проведении поверки. При этом используются полученные на этапе проектирования математические модели процессов изменения МХ блоков поверяемого ПрС ТФИ. Кроме того, для проверки адекватности полученной модели и проведения натуральных испытаний ПрС на метрологическую стабильность, вторая часть пакета позволяет определить минимально необходимый объем выборки испытываемых средств. Этой частью пакета реализуются оставшиеся блоки схемы алгоритма методики оценки МН (рис. 1).

Дальнейшее развитие описанного программного пакета предполагает реализацию в нем поддержки принятия решений о выборе пути повышения МН блока при ее недостаточном уровне и о подборе соответствующей требуемой метрологической стабильности блока элементной базы.

Применение данного программного пакета при проектировании и эксплуатации ПрС ТФИ повысит качество проектируемых средств, а также поможет оптимизировать временные и финансовые затраты на проведение поверочных работ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Мищенко С.В., Цветков Э.И., Чернышова Т.И. Метрологическая надежность измерительных средств. М.: Машиностроение-1, 2001. 96 с.

2 **ЧЕРНЫШОВА Т.И., ИГНАТОВ Д.В. ОЦЕНКА МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ ПРОЦЕССОРНЫХ СРЕДСТВ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ С УЧЕТОМ УСЛОВИЙ**

**ЭКСПЛУАТАЦИИ // ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ, 2004.  
№ 3. С. 47 – 50.**

*Кафедра "Конструирование радиоэлектронных и  
микропроцессорных систем"*