

УДК 681.5.09

## **РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОВЕРКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ**

**Гаранина О.А., Астапов В.Н.**

*Самарский государственный технический университет, г. Самара e-mail: garanina.olga02@icloud.com, asta-2009@mail.ru*

---

В статье рассматривается расчет надежности автоматизированной системы поверки измерительных приборов, подчеркивая важность точности и достоверности измерений в различных отраслях. Основное внимание уделено ключевым аспектам надежности автоматизированных систем, таким как безотказность, устойчивость к внешним воздействиям и восстанавливаемость. Проанализированы основные компоненты автоматизированной системы: измерительные устройства, калибраторы, контроллеры и программное обеспечение. Рассмотрены методы расчета надежности, включая математическое моделирование, метод Монте-Карло и надежность характеристики по методам ветеранов. На конкретном примере представлен расчет вероятности безотказной работы системы, что позволяет продемонстрировать практическое применение методов надежностного анализа. Результаты таких расчетов могут быть использованы для оптимизации проектирования систем, повышения их эффективности и минимизации рисков. Статья подчеркивает важность надежности автоматизированных систем поверки в контексте повышения качества и конкурентоспособности продукции.

---

Ключевые слова: Безотказность, устойчивость к внешним воздействиям, восстанавливаемость, измерительные устройства, надежность .

## **CALCULATION OF THE RELIABILITY OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR CHECKING MEASURING INSTRUMENTS**

**Garanina O.A., Astapov V.N.**

*Samara State Technical University, Samara e-mail: garanina.olga02@icloud.com, asta-2009@mail.ru*

---

The article considers the calculation of the reliability of an automated system for verification of measuring instruments, emphasizing the importance of accuracy and reliability of measurements in various industries. The main attention is paid to the key aspects of the reliability of automated systems, such as failure-free operation, resistance to external influences and recoverability. The main components of the automated system are analyzed: measuring devices, calibrators, controllers and software. The methods of calculating reliability are considered, including mathematical modeling, the Monte Carlo method and reliability characteristics according to the methods of veterans. A specific example is used to calculate the probability of failure-free operation of the system, which allows demonstrating the practical application of reliability analysis methods. The results of such calculations can be used to optimize the design of systems, increase their efficiency and minimize risks. The article emphasizes the importance of the reliability of automated verification systems in the context of improving the quality and competitiveness of products.

---

Keywords: Reliability, resistance to external influences, recoverability, measuring devices, reliability.

### **Введение**

В современном мире точность измерений играет ключевую роль в различных отраслях, от промышленности до медицины. Калибровка и поверка измерительных приборов — это процессы, обеспечивающие правильность их работы и соответствие установленным стандартам.

Автоматизированные системы поверки (АСП) являются важным инструментом, повышающим эффективность и точность данных процессов. В данной статье мы рассмотрим основные аспекты расчета надежности автоматизированной системы поверки измерительных приборов.

### **Понятие надежности автоматизированных систем**

Надежность автоматизированных систем определяется как способность системы выполнять заданные функции в течение определенного времени и в условиях эксплуатации. Основными характеристиками надежности являются:

Безотказность — вероятность того, что система будет функционировать без отказов в заданный интервал времени.

Устойчивость к внешним воздействиям — способность системы поддерживать свою работоспособность в неблагоприятных условиях, таких как температурные колебания, электромагнитные помехи и механические воздействия.

Восстанавливаемость — способность системы к восстановлению своей работоспособности после отказа.

### **Структура автоматизированной системы поверки**

Автоматизированная система поверки измерительных приборов состоит из нескольких ключевых компонентов:

Измерительные устройства — приборы, которым требуется поверка.

Калибраторы — устройства, используемые для создания эталонных условий, необходимых для поверки.

Контроллеры — управляющие элементы системы, отвечающие за координацию работы всех компонентов.

Программное обеспечение — отвечает за обработку данных, управление процессами и хранение информации.

Каждый из этих компонентов влияет на общую надежность системы, и их работа должна быть скоординирована и синхронизирована.

### **Методы расчета надежности АСП**

Расчет надежности автоматизированной системы поверки может осуществляться различными методами. Наиболее распространенные из них:

#### **1. Метод математического моделирования**

При этом методе разрабатывается математическая модель системы, учитывающая взаимодействие всех компонентов. Основные этапы включают:

Определение вероятностей отказа для каждого компонента на основе статистических данных.

Построение модели системы с использованием графов или матриц, где узлы соответствуют компонентам, а ребра — взаимодействиям между ними.

Расчет общей вероятности безотказной работы системы с помощью формул комбинирования вероятностей.

#### **2. Метод Монте-Карло**

Этот метод основан на статистическом моделировании, где производится множество случайных испытаний для оценки надежности системы. Он позволяет учесть различные неопределенности и случайные факторы в работе системы.

Этапы включают:

Определение вероятностей отказов и времени на восстановление для каждого компонента.

Проведение множества симуляций, при которых каждый компонент подбирается случайным образом.

Сбор статистики и выдача вероятности успешной работы системы.

### **Пример расчета надежности автоматизированной системы поверки измерительных приборов**

Для более глубокого понимания темы, рассмотрим конкретный пример расчета надежности автоматизированной системы поверки измерительных приборов, которая будет использоваться в промышленности для поверки абсолютно разных типов измерительных устройств, таких как манометры, термометры и электроизмерительные приборы.

Условия задачи

Предположим, что у нас есть автоматизированная система, состоящая из следующих компонентов:

Измерительное устройство (МП1) — манометр.

Калибратор (К1) — калибратор давления.

Контроллер (К2) — программируемый логический контроллер.

Программное обеспечение (ПО) — специальная программа для контроля процесса поверки.

Данные о надежности компонентов

Подставим значения вероятностей безотказной работы в течение 1000 часов для каждого компонента:

МП1 (манометр): вероятность безотказной работы ( $P_1$ ) = 0.95

К1 (калибратор): вероятность безотказной работы ( $P_2$ ) = 0.97

К2 (контроллер): вероятность безотказной работы ( $P_3$ ) = 0.98

ПО (программное обеспечение): вероятность безотказной работы ( $P_4$ ) = 0.99

Структура системы

В данной системе все компоненты действуют последовательно, и для успешного выполнения поверки все компоненты должны функционировать без отказов. Следовательно, общая вероятность безотказной работы системы ( $P_{\text{система}}$ ) может быть вычислена по формуле:

$$P_{\text{система}} = P_1 * P_2 * P_3 * P_4$$

Теперь подставим значения в нашу формулу:  $P_{\text{система}} = 0,95 * 0,97 * 0,98 * 0,99 = 0,8921$

Таким образом, общая вероятность безотказной работы автоматизированной системы поверки составляет примерно 0.8921, или 89.21%. Это означает, что в условиях работы системы в течение 1000 часов есть вероятность 89.21% на то, что система выполнит поверку без каких-либо отказов.

Данный пример позволяет наглядно продемонстрировать процесс расчета надежности автоматизированной системы поверки измерительных приборов. Использование таких расчетов позволяет оценивать эффективность системы и разрабатывать стратегии по повышению надежности, например, путем замены наиболее уязвимых компонентов системы или усиления технического обслуживания. Эта последовательность действий может значительно повысить общую эффективность применения автоматизированной системы в практике поверки измерительных приборов.

#### **Список использованных источников**

1. Метрология, стандартизация и сертификация: Учеб. Для вузов / Я.М.Радкевич, А.Г. Схиртладзе, Б.И. Лактионов – Высш.шк., 2004 – 767с. Ил.
2. Крылова Г.Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии: Учебник для вузов.- 3-е изд., перераб. И доп. – М.:ЮНИТИ-ДАНА, 2006 – 671с
3. Расчет показателей надежности технических систем / Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Надежность технических систем» [Электронный ресурс]. – URL: [https://swsu.ru/sveden/files/NTS\\_MU\\_k\\_vypolneniyu\\_laboratornyx\\_rabot.pdf](https://swsu.ru/sveden/files/NTS_MU_k_vypolneniyu_laboratornyx_rabot.pdf) ( дата обращения 19.12.2024)
4. Учебно-методическое пособие к практическим занятиям по дисциплине «Надежность технических систем» / ЮжноРоссийский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова. – Новочеркасск: ЮРГПУ(НПИ), 2017. - 56 с. [Электронный ресурс]. – URL: [https://siurgtu.ru/sveden/files/MU\\_150402\\_Nadeghnosty\\_texnicheskix\\_sistem\\_MU\\_k\\_P\\_R.pdf](https://siurgtu.ru/sveden/files/MU_150402_Nadeghnosty_texnicheskix_sistem_MU_k_P_R.pdf) (дата обращения 19.12.2024)
5. Расчет показателей надежности: методические указания / составитель О.А. Фролова; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2020. – 22 с. [Электронный ресурс].-URL: [http://elib.osu.ru/bitstream/123456789/13365/1/134009\\_20201127.pdf](http://elib.osu.ru/bitstream/123456789/13365/1/134009_20201127.pdf)