

## ПРОВЕРКА СТАТИСТИЧЕСКИХ ГИПОТЕЗ В ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧАХ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Сергей КОМАРОВ<sup>1</sup>  
Инара АЗИЗЯН<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Рязанский институт (филиал) Московского Политехнического Университета, г. Рязань, Россия

\*Автор корреспондент: Комаров Сергей, [komarovsergey123@mail.ru](mailto:komarovsergey123@mail.ru)

**Резюме:** В данной статье рассматривается прикладной характер некоторых положений математической статистики. Представлены расчеты конкретной практической задачи, необходимые для статистического анализа и обработки. Определены риски частной компании (заказчика) и завода (поставщика) по принятию или отклонению партии готовой продукции.

**Ключевые слова:** математическая статистика, статистические гипотезы, оценка риска.

### Инструменты статического анализа

Основным инструментом для проведения статистического анализа служат теория вероятностей и математическая статистика. В технических вузах, для прикладного изучения законов теории вероятностей и математической статистики, в рабочую программу включена дисциплина «Математические основы теории надежности», которая является вычислительной базой для таких дисциплин как «Теория надежности и диагностики», «Инженерные расчеты конструкций» и т.д.

В машиностроительном производстве приходится решать задачи: по определению надежности большой партии произведенных изделий; по выявлению количества деталей, не соответствующих конструкторской документации (КД); по распределению на поправимые и непоправимые.

Если партия готовой продукции достаточно большая, то она рассматривается как генеральная совокупность. Для проведения проверки на соответствие стандарту, проверяется не вся партия, а лишь определенная ее часть (выборка), элементы которой выбраны случайным образом. По результатам анализа выборки можно делать вывод о надежности всей генеральной совокупности.

Контроль надежности имеет своей целью проверить гипотезу о том, что надежность не ниже установленного уровня. При этом конечным результатом, как правило, является одно из двух решений: принять партию, считая надежность готовой продукции удовлетворительной, или соотнести к перечню несоответствующих конструкторской документации.

Так как контроль надежности производится на основе анализа элементов выборки, то при принятии решений возможны два вида ошибок:

- а) ошибка первого рода — когда хорошая партия не принимается из-за несоответствия КД;
- б) ошибка второго рода — когда плохая партия готовой продукции принимается.

Вероятность ошибки первого рода называется риском поставщика ( $\alpha$ ), а второго рода — риском заказчика ( $\beta$ ).

Среди методов контроля надежности выделим: метод однократной выборки; двукратной выборки; последовательный метод.

Мы подробнее остановимся на методе однократной выборки, так как он легче планируется и осуществляется. Отрицательная сторона этого метода — экономическая, так

как для полного анализа требуется большой объем для контроля, особенно для партий с высокой и низкой надежностью.

Рассмотрим метод однократной выборки на примере конкретной практической задачи, которая была решена для одного из заводов города Рязани в период учебной практики.

При решении задач в качестве исходных данных необходимо учитывать ряд условий: ограничения по принятию партии, объем испытаний и т. д.

### Методы выборки

Опишем кратко метод однократной выборки. Из контролируемой партии готовой продукции большого объема (N) берется партия меньшего объема (n), сформированная случайным образом. Исходя из исходных данных, устанавливаются оценочные нормативы (A<sub>0</sub> и A<sub>1</sub>). Если выборочное значение контролируемого параметра меньше или равно A<sub>0</sub>, то партия признается надежной; если больше или равно A<sub>1</sub>, то партия бракуется.

В ходе учебной практики мы должны были оценить надежность малой контрольной партии изделий (кронштейнов) из 50 экземпляров. В качестве опорных точек были вероятности принятия партии: партию следовало считать хорошей, если в ней содержалось бы не более 10 % дефектных изделий, и плохой — при содержании 20 % дефектных изделий. Риск заказчика (частной компании) и риск поставщика (завода) оценивалось по 10 %. Необходимо было определить оптимальные значения приемочного и браковочного числа.

### Статическое распределение

Случайным образом выбрали 20 кронштейнов из 50. Такое количество кронштейнов дало возможность провести расчеты на основе гипергеометрического распределения.

Представим расчеты. Десять процентов от нашей партии кронштейнов D<sub>0</sub> составляет 5 изделий, а при 20 % дефектных изделий D<sub>1</sub>— 10 изделий.

Для определения приемочного числа дефектных изделий воспользуемся формулой

$$\alpha^* = 1 - \sum_{d=0}^{A_0} \frac{C_{D_0}^d \cdot C_{N-D_0}^{n-d}}{C_N^n}.$$

Суммирование вероятностей гипергеометрического распределения производили до тех пор, пока накопленная вероятность не приблизится к 90 %.

Таблица 1.

### Накопленная вероятность (риск поставщика)

d	C – число сочетаний $C_n^m = \frac{n!}{m!(n-m)!}$	R
0	$\frac{C_5^0 \cdot C_{50-5}^{20-0}}{C_{50}^{20}}$	0,067
1	$\frac{C_5^1 \cdot C_{50-5}^{20-1}}{C_{50}^{20}}$	0,258
2	$\frac{C_5^2 \cdot C_{50-5}^{20-2}}{C_{50}^{20}}$	0,364
3	$\frac{C_5^3 \cdot C_{50-5}^{20-3}}{C_{50}^{20}}$	0,234
$d \leq 3$	$R=0,067+0,258+0,364+0,234=0,923$	

Расчеты показывают, что риск приближенно равен допусжаемому значению. Поэтому в качестве приемного числа можно взять три кронштейна, не соответствующих КД.

Для однозначной оценки необходимо было определить браковочное число. Представим накопленные вероятности.

Таблица 2.

**Накопленная вероятность (риск заказчика)**

d	$\sum_{d=0}^{A_1-1} \frac{C_{D_1}^d \cdot C_{N-D_1}^{n-d}}{C_N^n}$	R
0	$\frac{C_{10}^0 \cdot C_{50-10}^{20-0}}{C_{50}^{20}}$	0,003
1	$\frac{C_{10}^1 \cdot C_{50-10}^{20-1}}{C_{50}^{20}}$	0,028
2	$\frac{C_{10}^2 \cdot C_{50-10}^{20-2}}{C_{50}^{20}}$	0,096
$d \leq 2$	$R=0,003+0,028+0,364+0,096=0,127$	

Накопленная вероятность была близка к допустимым десяти процентам. Эти результаты позволили сделать вывод, что при наличии трех и более дефектных экземпляров готовой продукции, партию следует браковать. Решая поставленную перед нами задачу, мы пришли к двойственному результату, так как приемочное и браковочное число равнялось трем. Таким образом, взятый за основу метод контроля, не рационально использовать в интересах нашего завода и заказчика кронштейнов. В интересах заказчика уменьшение браковочного числа готовой продукции, в интересах завода – увеличение числа изделий, не соответствующих конструкторской документации, прием заказчиком изделий, которые относятся к разряду поправимых.

**Литература**

1. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. М., 1998.
2. Половко А.М. Основы теории надежности. М., 1964.
3. Половко А.М. Гуров С.В. Основы теории надежности: практикум. СПб, 2006.
4. Ушаков И.А. Курс теории надежности систем. М., 2008.