

Михайлова Е.М., Филиппов Р.Н. Методика расчета стоимости гарантийного ремонта технических изделий. // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: Сб. статей XIV Междунар. научно-техн. конф. – Пенза: ПДЗ, 2014. – С. 147-150.

УДК 004

## МЕТОДИКА РАСЧЕТА СТОИМОСТИ ГАРАНТИЙНОГО РЕМОНТА ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Е.М. Михайлова, Р.Н. Филиппов

## THE METHOD OF CALCULATING THE COST OF WARRANTY REPAIR OF TECHNICAL PRODUCTS

E.M. Mikhaylova, R.N. Filippov

**Аннотация.** В рамках статьи рассмотрена методика расчета стоимости гарантийного ремонта технических изделий различного назначения.

**Ключевые слова:** гарантийный ремонт, гарантийная наработка, составная часть.

**Abstract.** The article reviews the method of calculating the cost of warranty repair of technical products for different purposes.

**Keywords:** warranty repair, warranty lifetime, composite element.

Гарантийный ремонт обеспечивает повышение эксплуатационно-технических характеристик изделий различного назначения.

Расчет стоимости ремонта технического изделия производится на основе конструкторской документации (КД) и эксплуатационной документации (ЭД), которые выпускает предприятие, выполнившее разработку этого изделия. Расчет стоимости гарантийного ремонта также производит разработчик и передает в составе комплекта конструкторской документации изготовителю.

В соответствии с [1] при определении гарантийных обязательств должна быть назначена гарантийная наработка. В методике расчета стоимости гарантийного ремонта гарантийная наработка изделия указывается в качестве исходных данных. Основная функция предприятия, производящего гарантийный ремонт, состоит, как правило, в пополнении ЗИП, который проектируется одновременно с аппаратурой изделия для обеспечения текущего ремонта изделия в процессе эксплуатации. ЗИП входит в состав изделия, проектируется в соответствии с требованиями по его достаточности, стратегии его использования и пополнения [2]. Стоимость ЗИП входит в стоимость изделия. Если возник отказ изделия, то выполняется замена отказавшей составной части (СЧ) на исправный запасной элемент (ЗЭ) из состава ЗИП, а сам ЗИП пополняется до начального уровня в соответствии с принятой стратегией пополнения, оговоренной в техническом задании (ТЗ).

Для расчета стоимости гарантийного ремонта необходимо определить количество заявок на проведение ремонта изделия в течение гарантийной наработки. При этом полагается, что каждая заявка на ремонт вызывается каким-либо отказом, а время возникновения отказа является случайной величиной. Поэтому

для количественной оценки характеристик, связанных со случайным временем возникновения отказа применяются вероятностные методы.

Для оценки стоимости гарантийного ремонта необходимы исходные данные, содержащие информацию о стоимости ремонта при возникновении отказов, а также интенсивность отказов для каждого вида отказа, которая характеризует частоту отказов. При этом необходимо составить перечень аппаратуры, которая подвергается гарантийному ремонту. Перечень должен включать сменные СЧ, которые закладываются в ЗИП, их наименование, количество в изделии данной СЧ, стоимость ремонта и интенсивность отказов по каждой СЧ. Интенсивность отказов определяется по результатам расчетов надежности СЧ. При определении стоимости ремонта необходимо руководствоваться ремонтной документацией, которая содержит технологию ремонта. Технология ремонта должна содержать перечень комплектующих изделия (КИ), которые подлежат замене в процессе ремонта. Для расчета стоимости ремонта СЧ необходимо иметь информацию о стоимости ремонта для каждого КИ, указанного в перечне, и интенсивность отказов, соответствующую этому КИ. В ремонт будут поступать СЧ с частотой, соответствующей интенсивности отказов, а стоимость ремонта СЧ различна в зависимости от типа отказавшего КИ и является случайной величиной. Если ремонт невозможен и выполняется замена СЧ на ЗЭ, то стоимость ремонта равна стоимости СЧ.

Исходя из того, что стоимость ремонта в течение гарантийной наработки является случайной величиной, в расчете используется средняя стоимость гарантийного ремонта СЧ, отнесенная к одному отказу, которая называется средней стоимостью одного ремонта СЧ и вычисляется по формуле

$$\bar{C}_j = \sum_{i=1}^{l_j} \frac{\lambda_{ij}}{\bar{\lambda}_j} C_{ij}; \quad \bar{\lambda}_j = \sum_{i=1}^{l_j} \lambda_{ij}, \quad (1)$$

где  $\bar{C}_j$  – средняя стоимость одного ремонта  $j$ -й СЧ,  $C_{ij}$  – стоимость ремонта, вызванного отказом  $i$ -го КИ  $j$ -й СЧ,  $\lambda_{ij}$  – интенсивность отказов  $i$ -го КИ  $j$ -й СЧ,  $l_j$  – количество видов ремонта  $j$ -й СЧ,  $\bar{\lambda}_j$  – интенсивность отказов  $j$ -й СЧ.

Время между отказами может иметь различные распределения. Если, например, время между отказами распределено по экспоненциальному закону, то вероятность появления не более  $n_j$  отказов на интервале гарантийной наработки СЧ равна

$$P_j(T_\Gamma) = \sum_{k=0}^{n_j} \frac{(m_j \bar{\lambda}_j T_\Gamma)^k}{k!} e^{-m_j \bar{\lambda}_j T_\Gamma}, \quad (2)$$

где  $m_j$  – количество СЧ  $j$ -го типа.

Для расчета стоимости гарантийного ремонта необходимо согласовать с заказчиком величину  $P_j$  для каждой СЧ ( $P_j$  существенно влияет на величину стоимости ремонта и следует учитывать, что чем меньше  $P_j$ , тем больше риск превышения реальной стоимости ремонта согласованной суммы).

Стоимость ремонта в течение гарантийной наработки  $T_\Gamma$  для одной СЧ равна:

$$C_{\Gamma j} = \bar{C}_j n_j, \quad (3)$$

где  $n_j$  – количество отказов  $j$ -й СЧ в течение гарантийной наработки.

Методика расчета стоимости гарантийного ремонта изделий состоит в выполнении следующего набора действий:

- составляется перечень аппаратуры, которая подвергается гарантийному ремонту;
- согласовываются с заказчиком значения  $P_j$  и  $T_r$ ;
- производится ввод данных для одной СЧ из перечня;
- производится расчет стоимости гарантийного ремонта одной СЧ. Если СЧ неремонтопригодна, то стоимость ремонта СЧ равна стоимости новой СЧ;
- результат сохраняется;
- после расчета стоимости гарантийного ремонта каждой СЧ и окончания формирования результатов расчета СЧ по изделию в целом производится суммирование стоимостей. Вычисленная сумма дает стоимость гарантийного ремонта изделия в целом.

Методика позволяет корректировать расчет с целью нахождения компромисса между заказчиком и разработчиком в части стоимости ремонта  $C_{Гj}$  и вероятности  $P_j$  ( $T_r$ ). Для этого изменяется величина  $n_j$  с целью подбора значений  $P_j$  ( $T_r$ ) и  $C_{Гj}$ , которые удовлетворяют как заказчика, так и разработчика.

#### Библиографический список

1. ГОСТ РВ 15.306-2003. Обязательства гарантийные. Основные положения. – М.: Изд-во стандартов, 2004.
2. ГОСТ В 15.705-86 (ГОСТ РВ 0015-705-2008) СРПП ВТ. Запасные части, инструменты и принадлежности. Основные положения. – М.: Изд-во стандартов, 2000.

**Михайлова Евгения Михайловна**

Тверской государственный  
технический университет,

г. Тверь, Россия

E-mail: [mihasic69@gmail.com](mailto:mihasic69@gmail.com)

**Mikhailova Evgenia Mikhailovna**

Tver State Technical University,  
Tver, Russia

**Филиппов Роман Николаевич**

Тверской государственный  
технический университет,

г. Тверь, Россия

E-mail: [amonram@mail.ru](mailto:amonram@mail.ru)

**Filippov Roman Nikolaevich**

Tver State Technical University,  
Tver, Russia