

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТКАЗОВ ВОССТАНАВЛИВАЕМЫХ БЕСПРОВОДНЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ НАДЕЖНОСТИ И СТОИМОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

¹Ленков С.В., ¹Жиров Г.Б., ²Ленков Е.С.

¹*Военный институт Киевского национального университета имени Тараса Шевченко*

²*Военный институт телекоммуникаций и информатизации*
E-mail: lenkov_s@ukr.net; genna-g@gukr.net; torwer007@gmail.com

Modeling of rejections of reconstructive telecommunication systems with forecasting reliability and operating costs

The article considers the features of the simulation of failures of the restored technical objects of wireless telecommunication systems, conditioned by the hierarchy of their constructive structure. Simulation is carried out by the method of simulation statistical modeling in order to predict the reliability and cost of operation of the telecommunication object being created.

Большинство жизненно важных процессов, связанных с обеспечением безопасности государства в целом и человека в отдельности зависит от исправной работы сложных телекоммуникационных систем, в том числе и беспроводных. Данные системы, с точки зрения надежности, являются, восстанавливаемыми объектами. Также, такие системы характеризуются большой стоимостью, как в разработке, так и при эксплуатации. Для данных объектов эффективность их применения по назначению существенно зависит от показателей их надежности (ПН) и стоимости эксплуатации (СЭ), поэтому достоверное прогнозирование этих показателей весьма важно на всех стадиях их жизненного цикла. Кроме того, эти объекты в течение различных периодов их жизненного цикла, как при разработке, так и при эксплуатации, постоянно подвергаются модернизациям и, следовательно, требуют постоянных уточнений прогноза ПН и СЭ.

Ввиду большой сложности беспроводных телекоммуникационных систем, прежде всего в смысле большого количества (десятки и сотни тысяч) и разнообразия типов комплектующих элементов, для оценки и прогнозирования их ПН и СЭ с учетом конструктивной структуры чаще всего применяются метод имитационного статистического моделирования [1].

В статье в качестве ПН и СЭ рассматриваются следующие показатели: T_0 - средняя наработка на отказ (показатель безотказности); T_g - среднее время восстановления (показатель ремонтпригодности); c_g - удельная стоимость эксплуатации объекта (показатель СЭ).

Стоимость эксплуатации учитывается только стоимость заменяемых элементов и стоимость ремонтных работ и используемых при этом расходных материалов.

В [2] разработана имитационная статистическая модель (ИСМ), с помощью которой получают прогнозные оценки для этих ПН и СЭ. Исходными данными для ИСМ являются параметры объекта, которые в обобщенном виде можно представить следующим образом:

$$P_{об} = \{G, B, B, C\},$$

где $P_{об}$ – обобщенный параметр, представляющий характеристики объекта; G – граф, описывающий конструктивную структуру объекта; B , B и C – обобщенные параметры, характеризующие свойства безотказности, восстанавливаемости (ремонтпригодности) и стоимости объекта.

В статье рассматривается формализованное описание конструктивной структуры технического объекта, на основе которого вводятся понятия множеств отказывающихся E_0 и восстанавливаемых E_B элементов.

Элементы, в составе которых имеются другие элементы, являются составными. Если состав элемента не детализируется, то такой элемент является простым. Простой элемент в действительности может представлять собой сколь угодно сложное техническое изделие, однако в данном конкретном случае нас не интересует его внутреннее устройство.

Для объектов, имеющих иерархическую конструктивную структуру, при моделировании отказов в ИСМ возникает вопрос, отказы каких конструктивных элементов должны в ИСМ имитироваться непосредственно, отказы элементов нижнего конструктивного уровня или составных элементов некоторого промежуточного уровня. Моделировать отказы всех простых элементов не реально, так как, с одной стороны, их количество слишком велико, а, с другой стороны, нецелесообразно, так как для любого составного элемента при известной конструктивной структуре всегда можно рассчитать необходимые для моделирования показатели безотказности и затем использовать их в качестве исходных данных для ИСМ. Поэтому при применении ИСМ решается задача определения исходного множества конструктивных элементов, для которых должно осуществляться моделирование отказов.

Для формирования оптимальных множеств E_0 и E_B предлагается следующая методика, включающая три этапа: предварительное формирование множеств E_0 и W ; устранение возможной избыточности множества E_0 ; окончательное формирование множества (отношения) W .

Каждый, из предложенных этапов, является алгоритмом, и совместно реализуют методику формирования оптимальных множеств E_0 и E_B , множество E_B в данном случае существует неявно через множество (отношение) W . Отношение W представляет собой множество пар $\langle e_i^u, e_j^r \rangle$, в которых $e_i^u \in E_0$ – отказывающийся элемент, а $e_j^r \in E_B$ – элемент, который будет заменяться в случае отказа элемента e_i^u . Отношение W определяет функциональное отображение следующего вида $W: E_0 \rightarrow E_B$ [3]. Отображением

В каждому элементу $e_i^u \in E_0$ ставится в соответствие единственный восстанавливаемый элемент $e_i^r \in E_B$. На рис. 1 изображена схема, определяющая последовательность исполнения алгоритмов, реализующих данную методику.

Получаемые множества E_0 и E_B являются оптимальными в том смысле, что использование их при моделировании процесса отказов-восстановлений в наибольшей мере соответствует реальным свойствам ремонтпригодности объекта. Использование полученных множеств E_0 и E_B в ИСМ обеспечивает наилучшее приближение моделируемого процесса реальному процессу, осуществляемому обслуживающим персоналом.

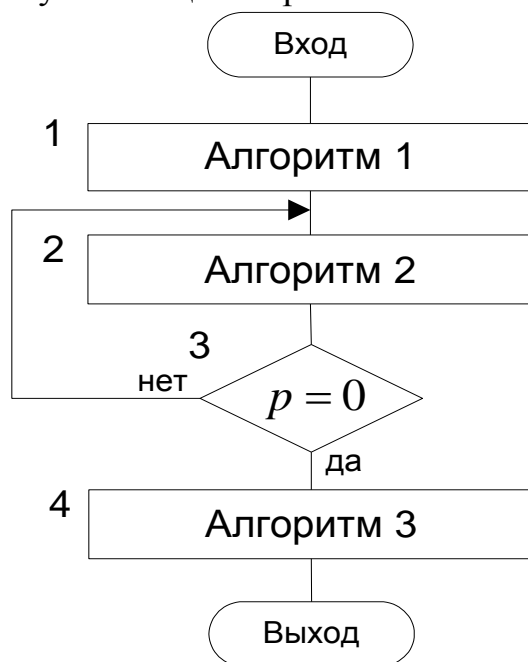


Рис. 1. Схема расчетов при формировании множеств E_0 и W .

Кроме того, полученные по данной методике множества E_0 и E_B являются оптимальными с точки зрения минимизации затрат машинного времени на моделирование, так как E_0 содержит наименьшее число элементов и при этом является полным.

На основе разработанных алгоритмов созданы имитационно-статистические модели и реализованы программе ISMPN, краткое описание которой имеется в [4].

Литература

1. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство или наука: Пер. с англ. – М.: Мир, 1978. – 418 с.
2. Прогнозирование надежности сложных объектов радиоэлектронной техники и оптимизация параметров их технической эксплуатации с использованием имитационных статистических моделей. Монография / С.В. Ленков, К.Ф. Боряк, Г.В.Банзак, В.О. Браун [и др.] : под ред. С.В.Ленкова. – Одесса : Изд-во «ВМВ», 2014. – 256 с.
3. Р. Фор, А. Кофман, М. Дени-Папен. Современная математика. М.: Изд. «Мир», 1966. 272 с.
4. Стрельников В.П., Федухин А.В. Оценка и прогнозирование надежности электронных элементов и систем. – К.: Логос, 2002. – 486 с.