

МОДЕЛЬ НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЗРК ПРИ СТРЕЛЬБЕ ПО ОДИНОЧНОЙ ЦЕЛИ

А.А. Зверев

(представил д.т.н., проф. Б.Н. Ланецкий)

Предлагается модель надежности функционирования зенитного ракетного комплекса, учитывающая неодновременность использования его средств и различную кратность их резервирования.

Постановка задачи. Функционирование средств зенитного ракетного комплекса (ЗРК) (многоканальной станции наведения ракет (МСНР), аппаратуры подготовки зенитных управляемых ракет (ЗУР) и управления их стартом, пусковых установок (ПУ) и др.) происходит по определенному технологическому циклу с неодновременным их использованием. Кроме того, в зависимости от решаемой задачи боевого использования (б.и.) ЗРК (стрельба по одиночной цели, групповой цели, по потоку целей из состава заданного удара СВН и др.) меняется кратность резервирования его средств. Для сравнительного анализа конкурирующих вариантов ЗРК на этапе их разработки или модернизации необходимо корректно учитывать вышеназванные особенности функционирования средств ЗРК, что требует, в свою очередь, разработки соответствующих моделей надежности.

Анализ литературы. Известные модели надежности ЗРК, в том числе [1 – 3], не учитывают разновременность использования его различных средств и получены, в основном, для фиксированных требований к их работоспособности, не изменяющихся в зависимости от режимов б.и. При этом получаемые оценки показателей надежности (ПН) ЗРК малочувствительны к технологическому процессу функционирования средств ЗРК, что, в свою очередь, не позволяет проводить сравнительный анализ различных вариантов построения проектируемых ЗРК или их модернизации.

Цель статьи. Разработать модель надежности для средств ЗРК при стрельбе по одиночной цели, учитывающую неодновременность их использования и различную кратность резервирования.

При решении задач боевого использования с учетом уровней резервирования ЗРК с точки зрения функциональных особенностей целесообразно

разно представлять в виде МСНР и стартовых средств и рассматривать их функционирование в режиме ожидания б.и. и режиме б.и. Последний режим определяется различными требованиями к работоспособности средств ЗРК, что характеризуется соответствующими уровнями резервирования.

Режим б.и. разделяется на следующие временные интервалы – интервал от момента выдачи целеуказания по назначенной для обстрела цели до момента пуска ракет и интервал от момента пуска ракет до момента окончания оценки результатов стрельбы.

В предлагаемой модели надежности ЗРК разработаны структурные схемы надежности МСНР и стартовых средств применительно к режимам б.и. на примере зенитной ракетной системы С-300В1 [4].

В ЗРК наименее надежным элементом является МСНР.

В структурной схеме надежности МСНР необходимо учитывать особенности конструктивно-функционального исполнения устройств МСНР и условий их работоспособности, а также режимов функционирования.

В связи с этими особенностями функционирования устройств МСНР и условий их работоспособности структурную схему надежности МСНР можно представить в виде последовательного соединения двух элементов, эквивалентным составным частям МСНР: СЧ-1 и СЧ-2, где СЧ-1 включает в себя радиопередающее устройство (РПУ), антенно-волноводное устройство (АВС), систему управления лучом (СУЛ), радиоприемное устройство (РПрУ) и вычислительный комплекс (ВК), а СЧ-2 – устройства обработки информации о целях (УОИЦ) и ракетах (УОИР).

Очевидным является неизменность условий работоспособности СЧ-1 для всех рассматриваемых режимов функционирования МСНР. Для СЧ-2 условия работоспособности зависят от режимов функционирования МСНР и этапов боевой работы.

В режиме ожидания боевого использования структурная схема надежности МСНР представлена в виде последовательно соединенных УОИЦ и УОИР, каждый из которых состоит из последовательно соединенных элемента общеканального устройства и группы из n основных элементов канальной части и нагруженного скользящего резерва из $m = N - n$ элементов. При этом каждый из резервных элементов заменяет любой из отказавших основных элементов путем дополнительных переключений.

На этапе б.и. после пуска ракет замена основного целевого канала в случае его отказа (в отличие от предыдущего этапа б.и.) невозможна, поэтому работоспособность канальной части УОИЦ обеспечивается одним основным каналом без резервирования.

Работоспособность канальной части УОИР в режиме б.и. после пуска ракет обеспечивается работоспособностью одного из двух используемых ракетных каналов, а второй рассматривается как постоянный резерв.

Структурная схема надежности УОИЦ СЧ-2 в режиме б.и. до пуска ракет представлена на рис. 1 в виде последовательно соединенных элемента 1 общеканальной части и группы из одного основного элемента 2 канальной части и нагруженного резерва замещением $m_{ц}$ элементов 2, а структурная схема надежности УОИР – в виде последовательного соединения элемента 3 общеканальной части и группы из двух основных элементов 4 каналов и нагруженного скользящего резерва из m_p элементов 4.

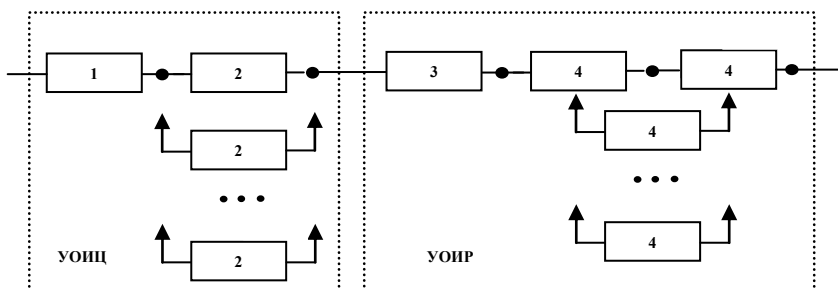


Рис. 1. Структурная схема надежности СЧ-2 МСНР в режиме боевого использования до пуска ракет при стрельбе двумя ракетами по одиночной цели

Структурная схема надежности СЧ-2 МСНР в режиме б.и. после пуска ракет при стрельбе очередью из двух ракет по одиночной цели представляется в виде: для УОИЦ в виде системы из последовательно соединенных элементов 1 (общеканальной части) и 2 (целевого канала канальной части УОИЦ); для УОИР в виде последовательно соединенных элементов 3 (общеканальной части) и дублированной системы из элементов 4 (ракетных каналов УОИР) с кратностью резервирования 1:1.

Структурная схема надежности стартовых средств определяется условиями работоспособности в различных режимах функционирования и вариантами назначения каналов ПУ на обстреливаемую цель, которые зависят от количества используемых ПУ и количества ракет, поставленных на предстартовую подготовку.

Структурную схему надежности стартовых средств в режиме ожидания б.и. можно представить в виде последовательного соединения элемента общеканальной части и системы со скользящим резервированием из $n_{ПУ}$ основных элементов и $m_{ПУ} = N_{ПУ} - n_{ПУ}$ резервных в нагруженном режиме.

В режиме б.и. условия работоспособности и структурные схемы надежности стартовых средств будут зависеть от количества используемых ПУ и количества ракет, поставленных на предстартовую подготовку.

Математические модели надежности ЗРК представляют собой расчетные соотношения показателей надежности ЗРК, получаемые с использованием метода структурных схем надежности (ССН). Структурные схемы надежности средств ЗРК в различных режимах функционирования представляют собой последовательно-параллельное соединение элементов с нагруженным резервированием с различным способом включения резерва: постоянным, замещением и скользящим, поэтому расчет ПН ЗРК сводится к определению основных ПН по известным ПН его элементов с помощью метода ССН [1].

Выводы. Таким образом, представлена адаптированная к различным режимам боевого использования и заданным условиям обстрела цели модель надежности функционирования для средств ЗРК, которая совместно с известным методом расчета надежности позволяет более полно учитывать неодновременность их использования и различную кратность резервирования. Учет данных особенностей позволяет более обоснованно предъявлять требования к ПН ЗРК, проводить сравнительный анализ различных вариантов ЗРК на этапах их проектирования или модернизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ланецкий Б.Н. Основы теории надежности, эксплуатации и ремонта радиоэлектронной аппаратуры зенитных ракетных систем: Справочные материалы. – Х.: ХВУ, 1998. – 400 с.
2. Ковтуненко А.П. Основы теории надежности, технического обслуживания и ремонта вооружения и военной техники. – Х.: ВИРТА, 1992. – 170 с.
3. Неупокоев Ф.К. Стрельба зенитными ракетами. – М.: Воениздат, 1980. – 294 с.
4. Муращенко Н.К., Насонов Г.И., Криворучко С.В. Общие сведения о ЗРС 9К81-1 и МСНР 9С32: Учебное пособие. – К.: КВЗРИУ, 1988. – 144 с.

Поступила 30.04.2003

ЗВЕРЕВ Алексей Алексеевич, адъюнкт Научного центра Войск ПВО. В 1997 году окончил ХВУ по программе ВИРТА ПВО. Область научных интересов – эксплуатация, надежность и эффективность в технике.