

Тема 1.1

Лекция 12

Статистические испытания РЭА

12.1 Метод статистических испытаний
(метод Монте-Карло) .

12.2 Метод статистических испытаний
физическим моделированием

12.1 Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло) .

Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло) заключается в том, что при помощи многократных случайных испытаний (вычислений, производимых над случайными числами) определяют вероятность появления некоторого случайного события (математического ожидания случайной величины).

Данный метод позволяет определить характеристики надежности исходя из предположения, что известен механизм образования отказов при различных сочетаниях значений параметров РЭА, выбираемых случайным образом согласно заданной статистической модели.

Применение этого метода позволяет путем многократного моделирования случайного процесса определить искомую величину.

Решение поставленной задачи стало возможным только с появлением ЭВМ, позволяющих за короткое время произвести оценку влияния различных изменений параметров элементов на выходные параметры РЭА.

Для нахождения этого решения необходимо знание граничных параметров элементов, определяющих пределы работоспособности (А) радиоаппарата.

Статистическим испытаниям могут подвергаться как математические, так и физические модели РЭА. Метод статистического испытания математической модели базируется на знании уравнений, связывающих входные параметры (x_1, x_2, \dots, x_n) с выходными параметрами испытываемого устройства (y_1, y_2, \dots, y_n). Эти уравнения могут быть выведены на основании изучения конкретной РЭА и ее внутренних функциональных связей, после чего осуществляют формализацию (математическое описание установленных связей с учетом воздействия различных

Формализация заключается в составлении математических зависимостей, определяемых структурами элементов (РЭА) и характером их функционирования. При этом необходимо правильно выбрать основные факторы, влияющие на функционирование РЭА.

Увеличение числа учитываемых факторов приводит к усложнению моделирования РЭА. Выбрав входные параметры, характеризующие процессы функционирования системы и необходимые для оценки ее эффективности, и полагая, что работоспособность РЭА определяется

Далее разрабатывают алгоритмы, моделирующие процессы функционирования РЭА. Алгоритмы (системы правил) определяют последовательность операций (аналитических или логических), выполняемых с целью получения численных величин параметров эффективности. Алгоритмы записываются в виде математических формул, схем или при помощи логического описания. В данном случае алгоритмы функций должны обеспечивать получение совместного распределения при известных распределениях случайных чисел a_1, a_2, \dots, a_n , которые могут быть взяты из специальных таблиц или получены с помощью специальных датчиков

Таким образом, выходной параметр, характеризующий работоспособность РЭА, оказывается функцией случайных чисел $y = y(a_1, a_2, \dots, a_n)$.

Осуществляя N независимых реализации (испытаний) последовательности случайных чисел a_1, a_2, \dots, a_n :

вычисляют для каждой из них значения $y_i = y(a)$ $1 \leq i \leq N$ (верхний индекс y a обозначает номер реализации).

Повышение точности результатов испытаний достигается увеличением числа испытаний (N).

Данный метод позволяет использовать сколь угодно сложную математическую модель испытываемого устройства, достаточно полно отражающую физику его работы и уменьшающую погрешности, свойственные расчетным методам. Математическая модель может, быть дана в виде системы частных аналитических зависимостей отдельных выходных параметров схемы от входных в виде экспериментально полученных графиков, таблиц и т. п. Применение данного метода испытаний позволяет сконструировать более надежную РЭА и отказаться от ряда сложных

Недостатками метода являются:

- необходимость наличия ЭВМ, обладающей большим быстродействием;
- определение основных соотношений, получаемых в результате больших предварительных теоретико-экспериментальных исследований, характеризующих математическую модель устройства;
- знание вероятностных характеристик входных (первичных) параметров.

12.2 Метод статистических испытаний физическим моделированием РЭА

Метод статистических испытаний физическим моделированием РЭА предусматривает проведение испытаний на реальных аппаратах или на электронных моделях. При испытаниях на реальных аппаратах производят исследование процессов возникновения отказов в РЭА и их последствий путем искусственного введения в схему обрывов, коротких замыканий или установки элементов несоответствующих номиналов.

Проведение испытаний на электронных моделях заключается в том, что определенные элементы схемы заменяются физическими моделями, позволяющими изменять величины характеризующих их параметров.

Моделирование различных элементов осуществляют на специальных стендах, позволяющих воспроизводить случайные процессы изменения параметров элементов. Для получения случайных процессов изменения напряжений, управляющих параметрами элементов, используют специальные генераторы случайных

Достоинством данного метода является то, что отпадает необходимость в математической модели, связывающей выходные параметры с входными (первичными). Указанная связь реализуется непосредственно в физической модели.

Недостатками метода являются:

-техническая сложность выполнения физических моделей ряда устройств (например, высокочастотных, импульсных и т. д.);

-высокая стоимость стендов для проведения испытаний из-за их сложности и большой трудоемкости.

Рассмотренные статистические методы испытаний могут применяться как для моделирования процессов, происходящих внутри РЭА, так и для моделирования внешних воздействий, которым подвергается РЭА во время эксплуатации. При этом считают, что внешние воздействия определяются обслуживающим персоналом и условиями работы РЭА.

Для оценки процессов обслуживания, помимо статистических методов испытаний, применяют метод, называемый теорией массового обслуживания, а также составляются дифференциальные уравнения, отражающие динамику технического обслуживания.

Контрольные вопросы.

1. В чём заключается метод статистических испытаний (метод Монте-Карло) ?
2. Недостатки метода статистических испытаний (метод Монте-Карло) ?
3. Что предусматривает метод статистических испытаний физическим моделированием РЭА.
4. Недостатки метода статистических испытаний физическим моделированием РЭА .

Литература.

1. Федоров В., Сергеев Н., Кондрашин А, Контроль и испытания в проектировании и производстве радиоэлектронных средств – Техносфера, 2005.
2. Глудкин О.П. Методы и устройства испытания РЭС и ЭВС. – М.: Высшая школа 2001.