

Методика оптимизации структуры технической системы с точки зрения ее надежности

А. Б. Снасибко, С. М. Кривель

Данная работа является логическим продолжением работы [1], в которой описывается методика и программный комплекс (приложения к Matlab Simulink) определения комплексных параметров надежности системы на этапе проектирования системы.

Любую техническую систему, состоящую из нескольких элементов, можно спроектировать различными способами. При этом один и тот же элемент может быть реализован более чем одним способом. Задача стоит в нахождении такого варианта реализации технической системы, чтобы объект проектирования в целом был оптимальным.

Однако оптимальных во всех смыслах объектов не существует. Поэтому на этапе проектирования нужно определить, по каким характеристикам будет проводиться оптимизация проектируемой системы. В предложенной методике рассматривается проектирование с точки зрения итоговых показателей надежности и стоимости объекта. Каждый элемент системы и его вариации исполнения при проектировании также характеризуются выбранными параметрами.

Математическая модель надежности технической системы основана на методе структурных схем надежности. Структурный метод является основным методом расчета комплексных показателей надежности в процессе проектирования технических систем. Данный метод реализации является достаточно простым и наглядным, при этом позволяет решать задачи любой сложности. Оценка показателей надежности отдельных элементов системы и системы в целом выполняется при помощи параметрических методов оценки надежности системы.

Решение задач оптимизации для определения оптимальной модели проектируемой системы предусматривает рассмотрение двух уровней задач оптимизации в наглядной и объективной форме:

1. Решение задачи оптимизации нелинейного программирования с точки зрения определения «максимально возможного повышения надежности проектируемой системы при ограничении на ее стоимость» и «минимизации стоимости проектируемой системы при обеспечении заданного уровня надежности».
2. Решение задачи целочисленной оптимизации, для определения оптимального набора элементов проектируемой системы.

Решение первой задачи при использовании параметрических методов задания характеристик надежности элементов системы, то есть при непрерывном моделировании, возможно только в том случае, если между параметрами надежности системы и параметрами стоимости системы существует зависимость. Данная задача, решается нахождением минимума или максимума целевой функции задачи нелинейного программирования в среде приложения Matlab Simulink. При том результаты расчетов показателей надежности и стоимости проектируемого объекта систематизируются и отображаются в удобной для субъективного анализа форме.

Но на самом деле в реальных технических системах непрерывной зависимости между параметрами системы не существует. Поэтому нужно решать задачу в постановке целочисленной оптимизации для проектируемой системы.

Любая техническая система имеет строго ограниченное и конечное количество элементов, из которых она может состоять, а значит и строго определенное число возможных вариантов ее реализации. Поэтому для решения задачи оптимизации второго уровня достаточно рассмотреть два метода целочисленной оптимизации: метод полного перебора и метод случайного перебора.

Под полным перебором понимается методика решения задачи оптимизации путем рассмотрения всех возможных вариантов реализации структурной схемы. В основе метода случайного перебора лежит выбор некоторого задаваемого количества вариантов реализации структурной схемы. Число рассматриваемых вариантов зависит от необходимой точности определения оптимального решения. После расчета показателей надежности и стоимости для составленных вариантов реализации структурной схемы из множества полученных решений выбирается оптимальное для каждой из поставленных задач.

С точки зрения анализа и проектирования, выбранные методы способствуют решению задач оптимизации в наглядной и объективной форме, что позволяет оптимизировать структуру технической системы исходя из показателей надежности этой системы.

Литература

[1] Спасибко А. Б., Кривель С. М. Программный комплекс определения параметров надежности системы и обеспечения их проектирования. // Вестник Иркутского университета. Номер 24, 2021, с. 75-76.