

А. В. Антонов, А. В. Пляскин, Х. Н. Татаев (Обнинск, ИАТЭ НИЯУ МИФИ). **Оптимизация состава запасных изделий энергоблоков АЭС методом нелинейного программирования.**

При организации эксплуатации ядерных энергетических установок (ЯЭУ) предъявляются высокие требования к обеспечению безопасности и надежности их функционирования. Одним из способов повышения уровня надежности является планирование профилактического обслуживания, контроль исправности функционирования объектов, создание комплектов запасных изделий для оперативной замены вышедшего из строя оборудования.

В данном докладе рассмотрим вопросы формирования комплектов запасных изделий и приборов (ЗИП). Отметим, что наличие запасных изделий для отдельных объектов аналогично их резервированию, причем схема резервирования определяется характером использования запасных элементов. Известно, что чем выше кратность резервирования объекта, тем надежнее система, в состав которой входит данный объект. С другой стороны, чем больше имеется запасных объектов, тем выше расходы на их приобретение, доставку, хранение и т. п. В результате возникает оптимизационная задача, состоящая в обеспечении высокого уровня надежности систем и оборудования ЯЭУ и отвечающая заданным требованиям на материальные затраты, связанные с приобретением, транспортировкой, хранением и прочими расходами запасных изделий.

Рассмотрим постановку задачи. Пусть имеется система, состоящая из взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, работающих одновременно. В системе функционируют элементы m типов ($i = 1, 2, \dots, m$). Будем считать, что каждый элемент работает до отказа. В случае отказа основного элемента он заменяется на резервный из состава запасных. В качестве планируемого календарного времени работы системы будем рассматривать интервал времени $(0, t_0)$. Требуется определить оптимальный состав запасных элементов каждого вида, чтобы максимизировать коэффициент готовности системы на интервале времени работы от 0 до t_0 . В качестве ограничений в данной задаче будем рассматривать ограничения на затраты, связанные с покупкой комплекта запасных изделий, транспортировкой, хранением и прочими расходами.

Коэффициент готовности анализируемой системы будет выражаться через коэффициенты готовности каждого элемента, входящего в состав системы, и записываться в виде кворум функции или логической функции работоспособности системы. Коэффициенты готовности отдельных элементов выражаются в виде $(n + 1)$ -кратной свертки функций распределения наработок до отказа, где n — количество запасных элементов для рассматриваемого объекта.

Данная задача относится к классу оптимизационных задач нелинейного программирования, так как оптимизируется нелинейный функционал при наличии, в общем случае, нелинейного ограничения. В докладе рассматривается метод решения задачи оптимизации состава ЗИП. Приводится пример расчета оптимального состава ЗИП для одной из систем, входящих в состав штатного оборудования энергоблока АЭС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антонов А. В., Пляскин А. В. К вопросу расчета надежности системы с ограниченным количеством запасных элементов. — Изв. ВУЗов. Ядерная энергетика, 2000, № 2, с. 12–23.
2. Антонов А. В., Пляскин А. В., Чепурко В. А. Оптимизация числа запасных элементов оборудования, важных для безопасности. — Методы менеджмента качества, 2001, № 8, с. 27–30.
3. Антонов А. В., Пляскин А. В. Определение оптимального количества запасных элементов системы с учетом ограничений на стоимость. — Надежность, 2003, № 4, с. 9–16.