

## Исследование моделей надежности автоматизированной системы оперативно-диспетчерского управления. Методы ее обеспечения.

Кириянов Б.Ф., Опольский В.А.

*Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого*

Допустим, что АСОДУ является невосстанавливаемой системой, с экспоненциальным законом распределения времени до отказа, тогда надежность системы  $H=(t, n, \lambda)$ . Для обеспечения надежности системы необходимо: уменьшать количество элементов  $n$ , снижать интенсивность отказов элементов  $\lambda$ , сокращать время непрерывной работы  $t$ .

Т.к. АСОДУ является восстанавливаемой системой, то ее показателями надежности также будут являться: вероятность нахождения в работоспособном состоянии  $P_P$  и наработка на отказ  $T$ , частота отказа  $w(t)$ . Данные параметры зависят от  $T_B$ - среднее время восстановления системы,  $T$ - наработка на отказ.  $T_B$  зависит от интенсивности восстановления элементов  $\mu_i$ , числа обслуживающих бригад  $k$  и дисциплины обслуживания (до). Таким образом надежность восстанавливаемой системы является выглядит следующим образом:  $H = f(n, \lambda_i, t, \mu_i, k, \text{до})$ . Из уравнения видно, что для обеспечения надежности восстанавливаемой системы необходимо также повышать ее восстанавливаемость  $\mu_i$ , увеличивать количество обслуживающего персонала  $k$  и выбирать оптимальную до.

$P_P = \frac{T}{T + T_B}$ . В нерезервированных системах с экспоненциальным законом распределения наработка на отказ и среднее время безотказной работы совпадают и равны:  $T = \frac{T_{P1} + T_{P2} + \dots + T_{Pn}}{n}$ . Где  $T_{Pi}$ - время работы системы от восстановления до отказа,  $n$  – количество отказов за время опытно-промышленной эксплуатации. Среднее время восстановления  $T_B$  можно также получить по аналогичной формуле. Обеспечить надежность можно с помощью увеличения  $T_P$  или снижения  $T_B$ .  $T_P$  можно увеличить если увеличить  $T_{Pi}$  или  $P(T_{Pi})$ .

Так как справедлив экспоненциальный закон распределения времени до отказа, то  $P(T_{Pi}) = \exp\{-n \cdot \lambda \cdot t_i\}$ .  $t_i$  – время работы системы от восстановления до  $i$ -го отказа,  $\lambda$  – интенсивность отказа,  $n$  – количество элементов в системе. Из данных опытной эксплуатации известно, что  $\lambda = 0,6 \cdot 10^{-6}$ ,  $n = 280$ ,  $t_i = 720$ , тогда  $P(250) = \exp\{-280 \cdot 0,6 \cdot 10^{-6} \cdot 720\} = 0,8860$ .

Увеличить  $P(T_{Pi})$  можно если упростить систему, уменьшить  $\lambda$  или сократить  $t$ . Сократить  $n$  невозможно, так как в этом случае она перестанет выполнять в полном объеме свои функции. Для уменьшения  $\lambda$  элементов необходима модернизация с полной заменой элементов на более дорогие. Сократить  $t$  также невозможно. Рассмотрим резервирование системы с постоянно включенном резервом с кратностью  $m$ , рассчитываемой по формулам:  $P_{тр} = (T_{Pi}) = 1 - (1 - P(T_{Pi}))^{m+1}$ . При  $m = 1$ ,  $P(T_{Pi}) = \exp\{-\lambda \cdot t\} \cdot (1 + \lambda) = 0,9870$ . Для изменения  $P(T_{Pi})$  с до необходима модернизация АСОДУ с резервированием всех элементов. Стоимость такой модернизации увеличит стоимость системы в два раза.

Поэтому предлагается использовать в качестве резервных элементов элементы системы, работавшей до внедрения АСОДУ. Для этого включаем в структурную схему следующие резервные элементы: группа элементов передачи данных: локальная сеть, cisco-коммутатор, DSL-модемы, узел связи ЛПУ можно резервировать с помощью аналоговых модемов с выходом в телефонную линию. Программно-аппаратную группу элементов предлагается резервировать при помощи постоянно включенной рабочей станции резервного АРМ, многопользовательских подключений систем цеховой и агрегатной автоматики, репликацией баз данных на языке SQL-запросов.

Обеспечить надежность можно повысив ремонтпригодность системы снижением  $T_B = \frac{1 - P_P}{P_P}$ . Это возможно при автоматизации технологии восстановления, что потребует дополнительного оборудования или увеличения количества ремонтных бригад, что вряд ли возможно в условиях Крайнего севера. Сравним дисциплины обслуживания с прямым и обратным приоритетом восстановления. Для этого построим модель надежности АСОДУ в виде формализованных графов. В случае установки прямого приоритета обслуживания отказавших элементов (обслуживание элементов осуществляется в порядке их отказов). В случае установки обратного приоритета обслуживания отказавших элементов (обслуживание элементов осуществляется в обратном порядке их отказов). Сравнение формализованных графов состояний с прямым и обратным приоритетом обслуживания позволяет понять, что скорость восстановления системы и соответственно  $T_B$  не зависит от дисциплины обслуживания.

Увеличения вероятность пребывания системы в работоспособном состоянии и соответственно надежности системы подходит ее модернизация с резервированием кратности 1 и с помощью элементов от предыдущей системы. Такая модернизация незначительно увеличит стоимость системы и в то же самое время позволит поднять уровень надежности.