

РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ЗАПАСНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ АППАРАТУРЫ ОПЕРАТИВНОЙ ДИСПЕТЧЕРСКОЙ СВЯЗИ ПОСЛЕ ОТКАЗОВ В УСЛОВИЯХ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ

Эффективность работы оперативной диспетчерской связи (ОДС) и оповещения по обеспечению устойчивого функционирования объектов экономики и первоочередной помощи пострадавшего населения в режиме чрезвычайной ситуации (ЧС) зависит, прежде всего, от показателей надежности, живучести и восстанавливаемости аппаратуры. Степень влияния ЧС на работу сети электросвязи зависит от множества факторов [1].

В работе [2] и рассматривается классификация отказов, возникающих на современной телекоммуникационной аппаратуре в условиях ЧС по трем группам. К первой относятся отказы узлов коммутации (УК), в состав которых входит активное оборудование, необходимое для предоставления телекоммуникационных услуг.

Вторую группу составляют транспортные ресурсы, служащие для формирования каналов обмена информацией.

Третья группа — дополнительное оборудование, без которого поддержка ряда телекоммуникационных услуг возможна, но только с рядом ограничений.

Одним из способов поддержки работоспособности сетей электросвязи является формирование РТС, [2]

В работе [3] при прерывании внешнего электропитания рассмотрен способ устранения отказа ОДС за счет перехода на резервный источник питания и представлена методика расчета времени автономной работы аварийного источника электропитания аппаратуры ОДС в условиях ЧС.

В работе [4] представлены графо-аналитические методы определения периода регламентных работ датчиков ослабления последствий ЧС, позволяющие повысить коэффициент оперативной готовности аппаратуры.

В работе [5] представлены оценка необходимости корректировки комплекта ЗТС и методика расчета необходимого количества запасных технических средств для восстановления аппаратуры оперативной диспетчерской связи после отказов в условиях чрезвычайной ситуации.

Для поддержки оперативной готовности ОДС необходимо воспользоваться резервными техническими средствами (РТС) и провести восстановление аппаратуры за счет запасных технических средств (ЗТС) [2].

Одной из проблем при этом является разработка численных методики корректировки и пополнения ЗТС для обслуживающего персонала ОДС.

При прерывании внешнего электропитания в работе [3] рассмотрен способ устранения отказа ОДС за счет перехода на резервный источник питания и представлена методика расчета времени автономной работы аварийного источника электропитания аппаратуры ОДС в условиях ЧС.

Для повышения коэффициента оперативной готовности аппаратуры в работе [4] представлены графо-аналитические методы определения периода регламентных работ датчиков ослабления последствий ЧС,

Задача определения необходимого количества элементов в комплекте ЗТС заключается в решении функции $m = f(N, \lambda, t_n)$, т. е. нахождении необходимого числа запасных элементов m данного типа в зависимости от числа их в аппаратуре N и интенсивности их отказов λ , а также времени пополнения комплекта ЗТС t_n .

При этом исходим из предположения, что отказы независимы друг от друга, а их поток подчиняется закону Пуассона.

Тогда вероятность числа отказов за время $t=t_n$ определяется зависимостью [5]:

$$P_n(t = t_n) = \frac{(N\lambda t_n)^n}{n!} e^{-N\lambda t_n} = \frac{(n_{cp})^n}{n!} e^{-n_{cp}}, \quad (2)$$

где $n_{cp} = N\lambda t_n$ - математическое ожидание количества отказов.

Введем вероятность достаточности ЗТС, как вероятность того, что число отказов n за время t_n будет не больше m (числа запасных элементов данного типа в комплекте ЗТС,

$$P_n(n(t_n) \leq m) = \sum_{n=0}^m \frac{(n_{cp})^n}{n!} e^{-n_{cp}} = 1 - \bar{\psi}(m; n_{cp}), \quad (3)$$

где $\bar{\psi}(m; n_{cp})$, - функция, получаемая из табличной функции $\bar{\psi}(\chi; \mu)$, путем замены переменных.

При определении величины m выведем формулу вероятности недостаточности, как вероятность того, что число отказов за время t_n будет больше числа запасных элементов m , находящихся в комплекте ЗТС, и составит:

$$P_n(n(t_n) > m) = 1 - P_n(n(t_n) \leq m) = 1 - \sum_{n=0}^m \frac{(n_{cp})^n}{n!} e^{-n_{cp}}. \quad (4)$$

С учетом (3) преобразуем выражение (4) к виду:

$$P_n(n(t_n) > m) = \sum_{n=m+1}^{\infty} \frac{(n_{cp})^n}{n!} e^{-n_{cp}} = \bar{\psi}(m+1; n_{cp}). \quad (5)$$

где $\bar{\psi}(m+1; n_{cp})$, - функция, получаемая из табличной функции $\bar{\psi}(\chi; \mu)$, путем замены переменных $\chi = m+1; \mu = n_{cp}$.

При определении величины m зададимся достаточно малым значением вероятности недостаточности (5) $\bar{\psi}(m+1; n_{cp}) = 0.01$, и используем таблицы $\bar{\psi}(\chi; \mu)$, [6]. В качестве иллюстрации приведем некоторые значения m рассчитанные в табл. 1.(см. табл. 1).

Таблица 1. Расчет количества элементов комплекта ЗТС, при $N=100$, $\bar{\psi}(m+1; n_{cp}) = 0.01$,

t_n	1мес. = 720ч					3мес. = 2160ч					6мес. = 4320ч				
$\lambda, \cdot 10^{-5} \cdot \text{ч}^{-1}$	1	2,5	5	7,5	10	1	2,5	5	7,5	10	1	2,5	5	7,5	10
n_{cp}	0,7	1,8	4	5	7	2	6	11	16	22	4,3	11	22	32	43
$m = \chi - 1$	3	5	8	11	14	6	11	19	26	33	10	19	33	43	55

Из табл. 1, определяется, например, что для элемента с интенсивностью отказов $\lambda = 10^{-5} \cdot \text{ч}^{-1}$ при времени пополнения $t_n = 6\text{мес.} = 4320\text{ч}$ рекомендуется заложить $m = 10$ элементов в комплект ЗТС. также из анализа полученных расчетов следует, что с уменьшением λ и t_n величина m уменьшается. В качестве рекомендаций следует отметить,

что нет острой необходимости каждую единицу однотипной техники полностью обеспечивать элементами в комплекте ЗТС.

Достаточно создать групповые комплекты ЗТС, куда и заложить те элементы, которые применены в аппаратуре в небольших количествах и вероятность выхода которых из строя очень мала. Для каждой единицы ОДС достаточно иметь индивидуальные комплекты ЗТС, в которых находятся, прежде всего, элементы с высокой вероятностью отказа. При групповых комплектах ЗТС, рассчитанных на несколько единиц ОДС, целесообразно иметь и некоторую ремонтно-технологическую оснастку, с помощью которой можно восстанавливать часть элементной базы.

Современную телекоммуникационную аппаратуру в условиях ЧС восстанавливать сиюминутно нецелесообразно, необходимо для восстановления работоспособности воспользоваться РТС, а затем производить ремонт отказавшей аппаратуры ОДС по возможности в специальных ремонтных органах.

Таким образом, предложенная методика позволяет производить вероятностный расчет необходимого количества элементов в комплекте ЗТС, формировать рекомендации по организации восстановления и ремонта телекоммуникационной аппаратуры ОДС в условиях ЧС.

ЛІТЕРАТУРА

1. Леваков А. К. Особенности функционирования телекоммуникационных сетей следующего поколения в чрезвычайных ситуациях / А. К. Леваков. - М.: ИРИАС, 2012. - 107 с. : ил. - Библиогр.: с. 100-107
2. А.К. Леваков Задачи формирования комплекса резервных технических средств для восстановления отказов в сети электросвязи вследствие чрезвычайных ситуаций / А.К. Леваков // Электросвязь - наука. – М.: «Электросвязь», 2013. - №12. – С. 38 - 40
3. Загора А.В. Методика расчета времени автономной работы аварийного источника электропитания аппаратуры оперативной диспетчерской связи в условиях чрезвычайной ситуации / Е.Е., Селеенко, Фещенко А.Б., // Проблемы надзвичайних ситуацій. – Х.: НУГЗУ, 2015. - №21. – С. 23 - 30– Режим доступу: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfEmergencies/vol21/Zakora.pdf>
4. Абрамов Ю.А. Выбор метода определения проведения регламентных работ датчиков систем ослабления последствий чрезвычайных ситуаций / Е.Е., Кальченко, // Проблемы надзвичайних ситуацій. – Х.: НУГЗУ, 2015. - №21. – С. 3 – 6– Режим доступу: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfEmergencies/vol21/Abramov.pdf>
5. Фещенко А.Б.. Методика расчета количества запасных технических средств для восстановления аппаратуры оперативной диспетчерской связи после отказов в условиях чрезвычайной ситуации / А.В. Загора, // Проблемы надзвичайних ситуацій; зб. наук. пр. – Харків: НУЦЗУ, 2015. Вип. 22. – С 32 – 37. – Режим доступу: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfEmergencies/vol22/Zakora.pdf>
6. Справочник по вероятностным расчетам// М.: Воениздат, 1966.- С. 67 - 69, 300 с.

Zakora Alexander, Ph.D, National University of Civil Defense of Ukraine

Feshchenko Andrey, Ph.D, National University of Civil Defense of Ukraine

THE CALCULATION OF THE AMOUNT OF SPARE TECHNICAL MEANS TO RESTORE EQUIPMENT OPERATIONAL CONTROL COMMUNICATION AFTER A FAILURE IN AN EMERGENCY SITUATION

The analysis of failures occurring in the equipment operative dispatch communication in an emergency. The method for calculating the required number of replacement hardware to restore the equipment after dispatching communication failure in an emergency situation