

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРАКТОРОВ ЗАПАСНЫМИ АГРЕГАТАМИ

Сағындық Т.Ж.

Объект исследования. Объектом исследования являются запасные агрегаты тракторов (класса 20-30 кН).

Постановка вопроса. Предположим, что непрерывно работают $m=30$ трактора машино-технологической станции (МТС-II). Трактора выходят из строя случайным образом с постоянной интенсивностью. Интенсивность поступления требований на устранение последствий отказа $\lambda=0,24$ [1]. Это отказы второй группы сложности, устраняемые ремонтом или заменой легкодоступных сборочных единиц и агрегатов, а также отказы, устранение которых требуют раскрытия внутренних полостей основных агрегатов без их разборки или внеочередного проведения операций ТО-3. Отказ II группы сложности устраняют используя мобильные службы сервиса (МСС) или стационарных условиях. Известно, что средняя продолжительность устранения отказа II группы сложности $t_{\text{обс}}=4,82$ часа [1]. Одновременно может обслуживаться $c=2$ трактора. Пусть общее число запасных агрегатов не более $n=2$. Число действующих тракторов $m=30$. Как только число тракторов, поступивших в МСС станет $n+1=3$ трактора, число действующих машин станет меньше $m=30$. В этом случае возможно два варианта:

1. Работа всех тракторов прекращается до тех пор, пока из МСС не поступит замены.
2. Продолжает работать число тракторов, меньше m .

Задача исследования. Задача состоит в том, определить вероятности того, что в любой момент в МСС будет находиться i неисправных тракторов, среднее число неисправных тракторов, среднее число тракторов находящихся на обслуживании и ожидающих обслуживания.

Методы решения задачи.

Рассмотрим первый случай. Вероятность того, что любой момент в МСС будет находиться i неисправных тракторов равно [2]

$$P_i(t) = \frac{(c\rho)^i}{i!} P_0, \quad i \leq c$$

Где $\rho = \lambda / c\mu = 0,24 / (2 * 0,21) = 0,57$

$$P_1(t) = \frac{(2 * 0,57)^1}{1!} P_0 = 1,14 P_0, \quad i \leq 2$$

$$P_i(t) = \rho^{i-2} \frac{(c\rho)^c}{c!} P_0, \quad c \leq i \leq n+1$$

$$P_2(t) = \rho^{2-2} \frac{(2*0,57)^2}{2!} P_0 = 0,65P_0, \quad 2 \leq i \leq 3$$

$$P_3(t) = 0,57^{3-2} \frac{(2*0,57)^2}{1*2!} P_0 = 0,37P_0, \quad 2 \leq i \leq 3$$

Из соотношения (полная группа событий равна 1)

$$\sum_{i=0}^{n+1} P_i = 1$$

$$\sum_{i=0}^3 P_i = 1$$

Находим вероятности того, что в любой момент времени в МСС будет находиться 0,1,2,3 неисправных тракторов:

$$P_0 + P_1 + P_2 + P_3 = 1, \quad P_0 + 1,14P_0 + 0,65P_0 + 0,37P_0 = 1,$$

$$P_0 = 0,32, \quad P_1 = 1,14 * 0,32 = 0,36, \quad P_2 = 0,65 * 0,32 = 0,21, \quad P_3 = 0,37 * 0,32 = 0,12$$

Находим среднее число неисправных тракторов

$$U = \sum_{i=0}^{n+1} i P_i = \sum_{i=0}^3 i P_i = 0P_0 + 1P_1 + 2P_2 + 3P_3 = 0,36 + 2 * 0,21 + 3 * 0,12 = 1,14 \approx 1$$

Среднее число тракторов, находящихся на обслуживании

$$S = \sum_{i=0}^c i P_i + c \sum_{i=c+1}^{n+1} P_i = \sum_{i=0}^2 i P_i + 2 \sum_{i=2+1}^3 P_i = 0 * P_0 + 1 * P_1 + 2 * P_2 + 2 * P_3 = 1 * 0,36 + 2 * 0,21 + 2 * 0,12 = 1,02 \approx 1$$

Среднее число тракторов, ожидающих обслуживания

$$L_q = \sum_{i=c+1}^{n+1} (i-c) P_i = \sum_{i=2+1}^3 (i-2) P_i = (3-2) * 0,12 = 0,12 \approx 0$$

Среднее число тракторов, ожидающих обслуживания, имеет следующую верхнюю границу:

$$L_q < \frac{\rho}{1-\rho} = \frac{0,57}{1-0,57} = 1,33$$

Это означает, что среднее число тракторов, ожидающих обслуживания, не зависит от n . Следовательно, увеличение числа запасных агрегатов не приводит к увеличению числа тракторов, ожидающих ремонта, а увеличивает эксплуатационную эффективность.

Список литературы

1. Сағындық Т.Ж. Расчет характеристик работы системы «тракторы-мобильные службы сервиса» в МТС-1 и МТС-2 // Вестник науки Казахского агротехнического университета им.С.Сейфуллина.-2009.- №2.- с. 97-103
2. Саати Т.Л.Элементы теории массового обслуживания и ее приложения. М.:Изд-во «Советское радио», 1971 г.-520 с.
3. M. S. Spencer. Group Technology at John Deere: Production Planning and Control Issues, 2012. – 501-516pp