

С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің 60 жылдығына арналған «Сейфуллин оқулары– 13: дәстүрлерді сақтай отырып, болашақты құру» атты Республикалық ғылыми-теориялық конференциясының материалдары = Материалы Республиканской научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения – 13: сохраняя традиции, создавая будущее», посвященная 60-летию Казахского агротехнического университета имени С.Сейфуллина. - 2017. - Т.1, Ч.3. - С.62-64

ИМИТАЦИОННЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В СРЕДЕ EXCEL ОТКАЗОВ ТРАКТОРОВ ДЖОН-ДИР

Сағындық Т.Ж.

Функции распределения Вейбулла-Гнеденко используются в качестве математической модели отказов систем, состоящих из рядов элементов, соединенных последовательно с точки зрения обеспечения безотказности машин[1]. Из литературы [2] известно, что средняя наработка на отказ тракторов «Джон Дир» $\bar{t} = 3,63$ тыс.мото-ч./отказ и среднее квадратическое отклонение $\sigma = 1,45$ тыс.мото-ч./отказ. Коэффициент вариации $v = 0,45$. Показатель надежности тракторов «Джон Дир» в период эксплуатации изменяется по закону распределения Вейбулла-Гнеденко. Параметры закона распределения Вейбулла-Гнеденко $b = 2,32$ и $a = 3,58$ тыс.мото-ч./отказ. Параметр потока отказов равно $\omega = 0,27$ отказ/тыс.мото-ч. Или $\omega = 0,27$ количество отказов за 1000 мото-ч.

Среднее количество отказов на один трактор «Джон Дир» за 2000 мото-ч. планируемой наработки равна $m_{cp} = 0,6$ отказа на один трактор.

Вероятность безотказной работы трактора «Джон Дир» выражается формулой

$$P(t) = \exp[-(t/3,58)^{2,32}] \quad (1)$$

Находим интенсивность отказов

$$\lambda(t) = (b/a)(t/a)^{b-1} = 0,648 * (t/3,58)^{1,32}. \quad (2)$$

Результаты расчета интенсивности отказов тракторов «Джон Дир» даны в таблице 1.

Таблица 1-Расчета интенсивности отказов тракторов «Джон Дир».

Интервал, тыс. мото-ч	0- 0,5	0,5- 1,0	1,0- 1,5	1,5- 2,0	2,0- 2,5	2,5- 3,0	3,0- 3,5	3,5- 4,0	4,0- 4,5	4,5- 5,0	5,0- 5,5
-----------------------------	-----------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Интен- сивно- сть отказа	0,02	0,08	0,16	0,26	0,35	0,46	0,57	0,69	0,81	0,81	1,07
-----------------------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Из таблицы 1 следует, что интенсивность отказов с увеличением наработки увеличивается.

Наработка до первого отказа

$$t_{cp}=a*\Gamma(1+1/b)=3,58*\Gamma(1+1/2,32)=3,58*0,886=3,17 \text{ мото-ч.} \quad (3)$$

где Γ - табулированная гамма-функция [3].

Под имитационным моделированием понимают применение метода Монте-Карло для исследования сложных систем. Сущность этого метода при исследовании систем состоит в том, что процесс имитируется с помощью арифметических и логических операций в той последовательности элементарных актов, которая характерна для моделируемого процесса. Исследование систем методом имитационного моделирования имеет некоторую аналогию с натурным экспериментом, с той разницей, что эксперимент проводится с использованием ЭВМ, которая автоматизирует процесс моделирования и обеспечивает необходимое число испытаний в гораздо более короткие сроки, чем при натурном эксперименте. Требуется получить десять случайных чисел ($N=10$), распределенных по закону Вейбулла-Гнеденко с параметрами $b= 2,32$ и $a^b=3,58^{2,32}$.

Для закона Вейбулла-Гнеденко $P(t)=\exp[-(t/3,58)^{2,32}]$ имеем обратную функцию

$$t= [-3,58^{2,32} \ln P(t)]^{1/2,32} =[-3,58^{2,32} \ln x]^{1/2,32}, \quad (4)$$

где $P(t)$ обозначено через x .

В полученную формулу вместо x подставляем последовательно 25 случайных чисел, равномерно распределенных в отрезке $[0,1]$. Проведение имитационных экспериментов в среде Excel осуществляется путем использования инструмента "Генератора случайных чисел". Эти числа приведены во второй строке таблицы 2.

Таблица 2- Расчет случайных чисел, распределенных по закону Вейбулла-Гнеденко

1	j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	X	0,11 8	0,17 2	0,34 3	0,21 1	0,97 6	0,699	0,011	0,479	0,149	0,932
3	t	4,96	4,56	3,68	4,33	0,72	2,299	6,854	3,136	4,724	1,138

		7	7	5	0	4					
4	t_i	0,43 4	0,72 4	1,13 7	1,83 1	2,08 8	2,116	2,299	2,336	2,442	2,589
5	$P(t_i)$	0,64 8	0,48 5	0,32 1	0,16 0	0,12 4	0,121	0,100	0,097	0,087	0,075

Продолжение таблицы 2

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0,604	0,369	0,690	0,624	0,744	0,168	0,810	0,993	0,151	0,06 9
2,666	3,574	2,337	2,590	2,116	4,593	1,832	0,435	4,707	5,46 9
2,666	2,919	3,136	3,574	3,684	4,126	4,329	4,43	4,567	4,59 3
0,070	0,054	0,043	0,028	0,025	0,016	0,013	0,012	0,010	0,01 0

Продолжение таблицы 2

21	22	23	24	25
0,536	0,662	0,194	0,751	0,249
2,920	2,443	4,430	2,089	0,249
4,707	4,724	4,966	5,468	0,249
0,009	0,009	0,007	0,004	0,001

В третьей строке содержатся результаты вычислений, в четвертой результаты расположены в вариационный ряд, в пятой приведены статистические оценки вероятности того, что время безотказной работы t превысит значение t_i .

Вероятности времени безотказной работы превысит значение t_i уменьшилась с 0,648 до 0,001. Таким образом разыграли 25 возможных значений отказов тракторов «Джон Дир».

Список литературы

1 Zhi-weiYu. Fracture failure of a diesel engine piston-pin.
Engineering. Volume 42, July 2014, Pages 263-273.

2Сағындық Т.Ж., Тулебаев А.М.Анализ отказов тракторов Джон Дир в условиях эксплуатации. С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің "Ғылым Жаршысы" журналы, №3(70) 2011 ж. Астана қаласы. б 75-79

3 Николаенко А.В., Хватов В.Н. Расчет и экспериментальная оценка надежности автотракторных дизелей.-Л.: Агропромиздат. Ленингр. Отд-ние, 1985. 136 с.