

DANUTA ŻAK

CENTRUM OBLICZENIOWE
POLITECHNIKI WROCLAWSKIEJ
WROCLAWPODSYSTEM INFORMATYCZNY ANALIZY STATYSTYCZNEJ
DANYCH EKSPLOATACYJNYCH

Przedstawiono podstawowe funkcje informatycznego systemu analizy statystycznej danych eksploatacyjnych. Wynikami analizy statystycznej jest szereg współczynników ocenowych eksploatacji i wskaźników niezawodności. System może być zastosowany w dowolnym zakładzie produkcyjnym, a wyniki wykorzystane w planowaniu i ocenie pracy.

1. Przedmiot i zakres podsystemu ASDE

Podsystem analizy statystycznej danych eksploatacyjnych /ASDE/ jest częścią systemu optymalizacji eksploatacji maszyn. Charakterystyki eksploatacyjne uzyskane w wyniku analizy statystycznej danych stanowią podstawową bazę informacji służących optymalizacji systemu eksploatacji maszyn. Programy wchodzące w skład podsystemu ASDE wykonują analizę statystyczną danych w zakresie:

1. Generowania zmiennych losowych, opisujących podstawowe procesy stochastyczne zachodzące w procesie eksploatacji obiektów, metodą redukcji zbioru stanów elementarnych.

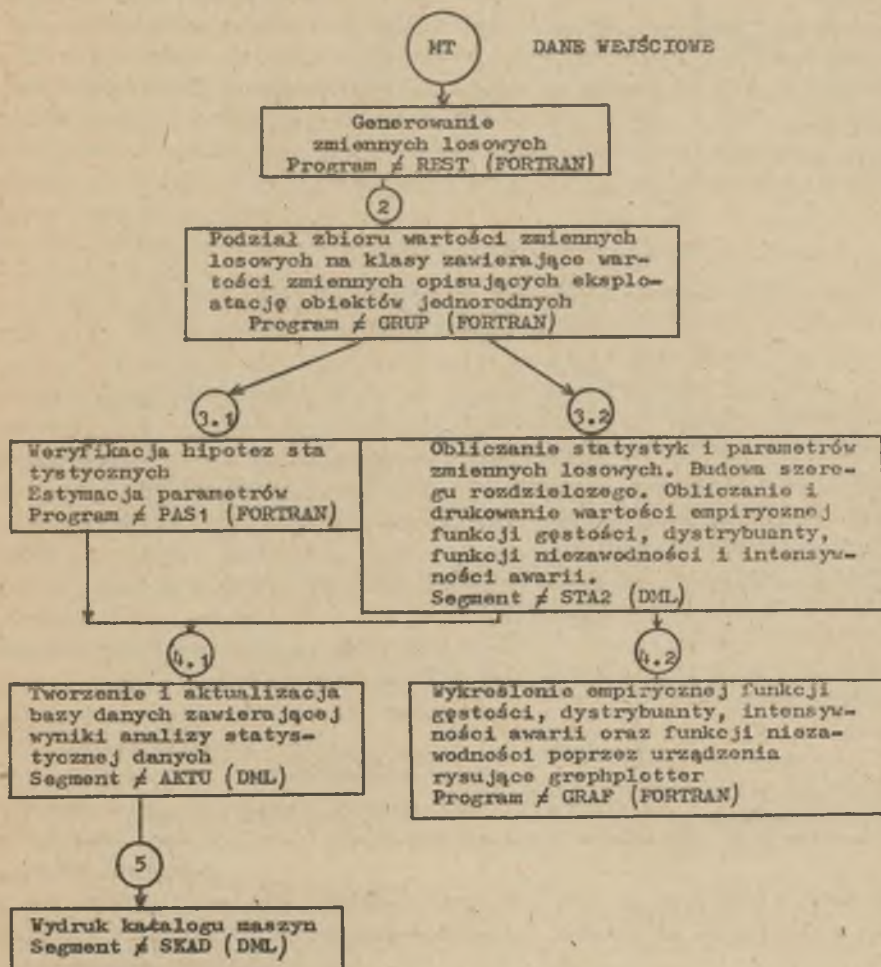
Przykłady zmiennych losowych:

- czas pracy bezawaryjnej wybranych obiektów,
- ilość wykonanej pracy między awariami obiektu,
- czas pracy w ciągu miesiąca,
- ilość wykonanej pracy w ciągu miesiąca,

- czas i ilość wykonanej pracy między awariami wybranego typu podzespołu,
 - czas trwania stanu obsługiwaną maszyną niesprawną,
 - czas trwania stanu niesprawności.
2. Tworzenia podzbiorów zawierających wartości wygenerowanych zmiennych losowych dla grupy obiektów, jednorodnych pod względem wyróżnionych cech.
- Np. kryteriami podziału zbioru obiektów na grupy obiektów jednorodnych mogą być:
- wiek maszyny,
 - ilość remontów kapitalnych,
 - typ maszyny.
3. Testowania rozkładów zmiennych losowych.
Estymacji parametrów.
4. Obliczenia podstawowych statystyk i parametrów dla wygenerowanych realizacji zmiennych losowych.
Są to następujące statystyki i parametry:
- wartość średnia,
 - wariancja,
 - asymetria,
 - eksces,
 - współczynnik zmienności,
 - wartość minimalna zmiennej,
 - wartość maksymalna zmiennej,
 - rozstęp.
5. Budowania szeregu rozdzielczego danych metodą równych przedziałów.
6. Wyznaczania i wykreślania empirycznej funkcji gęstości, dystrybuanty, funkcji niezawodności i intensywności awarii.
7. Obliczania wskaźników niezawodności i trwałości oraz współczynników oceniających eksploatację obiektów.

2. Struktura systemu

2.1. Jednostki przetwarzania



Rys. 1. Schemat blokowy ASDE.

2.2. Dane wejściowe

Zakładamy, że dane do analizy statystycznej są rejestrowane w naturalnych warunkach. Powinny one zawierać pełny obraz zdarzeń zaistniałych w czasie eksploatacji obiektów.

Dane powinny być umieszczone na taśmie magnetycznej w postaci zbioru rekordów. Każdy rekord musi zawierać część identyfikującą, rejestrowane wielkości zmieniające się w trakcie eksploatacji oraz te wielkości. Część identyfikująca w rekordzie jednoznacznie określa obiekt, warunki eksploatacji, według przyjętego w danym zakładzie systemu kodowania oraz dokładną datę rejestracji wielkości.

Ogólna postać rekordu ze zbioru danych wejściowych:

$$r = (I, x)$$

gdzie:

I - wektor, którego składowymi są identyfikatory obiektu, miejsca pracy, czasu zaistnienia zdarzenia oraz identyfikatory opisujące warunki eksploatacji,

x - wektor, którego składowymi są wartości różnych zmiennych losowych o takich samych identyfikatorach.

Zbiór wejściowy może zawierać dane eksploatacyjne o różnych obiektach rejestrowane w dowolnym przedziale czasowym. Dla każdego obiektu dane powinny stanowić ciąg chronologicznie występujących zdarzeń rejestrowanych w czasie eksploatacji.

Pierwszą czynnością, jaką musi wykonać użytkownik eksploatujący system, jest analiza danych pod względem treści.

Analiza treści danych i analiza zadań, jakie chcemy rozwiązać, pozwoli na zdefiniowanie zmiennych losowych opisujących eksploatację wybranych obiektów.

2.3. Generowanie zmiennych losowych

Wskaźniki ocenowe eksploatacji i wskaźniki niezawodności wyrażają się poprzez wartości średnie zmiennych losowych lub ilorazy wartości średnich. Wskaźnikami niezawodności są również:

- funkcja niezawodności obiektu i wybranych podzespołów,
- intensywność awarii obiektu i wybranych podzespołów /patrz 2/.

Programy systemu ASDE pozwalają wygenerować zmienne losowe i wykonać obliczenia podstawowych wskaźników.

Pierwszy program tworzy zbiory wartości zmiennych losowych, które dalej są przetwarzane w systemie.

Generowanie zmiennych i podział zbioru wartości zmiennych na warstwy są najważniejszymi funkcjami systemu. Pozostałe obliczenia - analiza statystyczna zmiennych wykonana jest według reguł statystyki matematycznej.

Każdą zmienną losową definiuje się w systemie jednym lub dwoma ciągami zero-jedynkowymi. Kolejne elementy ciągu wskazują odpowiednie identyfika-

tory. Jedyńka w ciągu oznacza, że identyfikator będzie brany pod uwagę podczas generowania zmiennej. Zero oznacza przeciwny wypadek. Definiowaniu zmiennych losowych służy tabela 1. W nagłówkach kolumn tabeli umieszczone są symbole identyfikatorów, w nagłówkach wierszy - nazwy i numery zmiennych losowych.

Realizację zmiennej losowej oblicza się poprzez sumowanie wartości zmiennych z kolejnych rekordów zbioru wejściowego, w których identyfikatory, wskazane jedynką, przyjmują zadane wartości, określone w danych do programu generującego. Pozycje identyfikatorów i wartości zmiennych zdaje się poprzez adresy tych pól w rekordzie. Istnienie odpowiedniego identyfikatora w rekordzie jest warunkiem koniecznym użycia go podczas definiowania zmiennej.

Jeżeli rekord zbioru wejściowego zawiera rejestrowane jednocześnie wartości dwu różnych zmiennych, wówczas generowanie tych zmiennych odbywa się równoległe, w jednym przebiegu programu /np. czas i ilość miesięcznie/.

Sposób generowania zmiennych losowych można wyjaśnić na przykładzie. Zbiór danych wejściowych zawiera rekordy opisujące pracę i postoje maszyn w jednym zakładzie w ciągu 2 lat. Dane są sprawdzone pod względem formalnym i pod względem zawartości.

Informacje sprzeczne są usunięte, luki częściowo uzupełnione systemem wejścia i kontroli danych.

Obiektem podstawowym jest maszyna. Dla każdej maszyny, eksploatowanej w tym zakładzie, zbiór zawiera ciąg rekordów opisujących chronologicznie występujące zdarzenia.

Część identyfikująca każdego rekordu zawiera:

1. identyfikatory obiektu - typ maszyny, numer maszyny, numer podzespołu, numer części,
2. identyfikatory czasu zaistnienia zdarzenia - data i zmiana,
3. identyfikator miejsca pracy - kod oddziału,
4. identyfikatory warunków pracy i inne - numer ewidencyjny pracownika, rodzaj pracy, pracochłonność.

Rejestrowane wielkości zmienne to ilość pracy i czas trwania stamu. Zbiór takich danych wejściowych pozwoli wygenerować następujące zmienne losowe opisujące proces pracy i awarii obiektów:

1. czas obsługiwanego obiektu niesprawnego,
2. czas pracy obiektu między awariami wybranego typu podzespołu,
3. czas pracy bezawaryjnej obiektu,
4. ilość wykonanej pracy między awariami obiektu,
5. czas postoju obiektu,
6. czas i ilość pracy wykonanej miesięcznie,
7. czas sprawności obiektu.

Wymienione zmienne losowe definiujemy jednym lub dwoma ciągami zero-jedynkowymi umieszczonymi w tabeli 1.

Identyfikatorom oznaczonym w tabeli kodami nadano następujące znaczenie /wynikające z treści danych wejściowych/:

Identyfikator obiektu K_1 :

- i_1 - typ maszyny,
- i_2 - numer maszyny,
- i_3 - typ podzespołu,
- i_4 - numer podzespołu,
- i_5 - część.

Identyfikator przedziału czasowego K_2 :

- t - przedział czasowy nie jest określony,
- t_4 - przedział czasowy jest równy 1 rok,
- t_3 - przedział czasowy jest równy 1 miesiąc,
- t_2 - przedział czasowy jest równy 1 dzień,
- t_1 - przedział czasowy jest równy 1 zmiana, lub wielokrotność zmian.

Identyfikator obiektów zarządzania K_3 :

- m_1 - zjednoczenie,
- m_2 - przedsiębiorstwo,
- m_3 - zakład,
- m_4 - rejon,
- m_5 - oddział.

Identyfikator warunków pracy K_4 :

- k_1 - kod operatora obsługującego obiekt,
- w_2, w_3 - warunki pracy.

Identyfikator grupy maszyn K_5 :

- $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \varepsilon_4, \varepsilon_5$ - nie stosowano.

Identyfikator stanu K_6 :

- s_1 - stan pracy
- s_2 - awaria bez określenia przyczyny,
- s_3 - awaria z winy operatora,
- s_4 - postój z wymianą części,
- s_5 - przegląd skrócony OT-1,
- s_6 - przegląd skrócony OT-2,
- s_7 - remont podzespołu,
- s_8 - remont bieżący maszyny,
- s_9 - remont średni maszyny,
- s_{10} - remont kapitalny maszyny,
- s_{11} - oczekiwanie na remont maszyny niesprawnej,
- s_{12} - postój maszyny sprawnej z braku operatora,
- s_{13} - maszyna sprawna w rezerwie,
- s_{14} - inne postoje.

Definicją o numerze 1 opisana jest następująca zmienna:

czas trwania obsługiwanego obiektu niesprawnego maszyn danego typu maszyna będąca w stanie s_2 lub s_3 lub s_4 lub s_5 jest niesprawna i trwa jej naprawa.

Zmienną - czas pracy obiektu między awariami wybranego typu podzespołu, należy zdefiniować dwoma ciągami.

Jeden z nich definiuje - stan pracy maszyn danego typu, drugi - stan awarii maszyn danego typu. Wskazanie jedynek dodatkowego warunku w_2 - pozwoli zadać, w danych do programu generującego, kod podzespołu, o którego awarię nam chodzi.

Obiektem podstawowym w naszych danych jest maszyna. Generowanie odbywa się dla każdej maszyny oddzielnie. W definicjach zmiennych jedynek wskazany jest identyfikator typu maszyny, dlatego wygenerowane wartości zmiennych dla wszystkich maszyn danego typu tworzą jeden zbiór wartości zmiennej losowej, utworzonej według zadanej definicji. Jeżeli dane wejściowe dotyczą eksploatacji innych obiektów podstawowych, np. magazynów, ludzi, wówczas identyfikatorom wchodzącym w skład grup K_2 , K_3 należy nadać inne nazwy.

Proces generowania odbywa się poprzez redukcję przestrzeni stanów elementarnych. W zależności od postaci definicji zmiennej wykonuje się obliczenia według jednego z trzech schematów:

1. Proces sumowania wartości z rekordów wejściowych kończy się w momencie zmiany przedziału czasowego o długości wskazanej przez identyfikator z grupy K_2 /zmienna 6 z tabeli 1/. Otrzymana suma stanowi wartość generowanej zmiennej losowej,
2. Sumowanie wartości z danych wejściowych kończy się w momencie wystąpienia innego wskazanego stanu /zmienne 2, 3, 4, które definiujemy dwoma ciągami zero-jedynkowymi/.
3. Sumowanie kończy się w momencie wystąpienia innego, dowolnego stanu /zmienne 1, 5, 7 - definiowane jednym ciągiem zero-jedynkowym/.

W grupie identyfikatorów K_6 występują kody stanów. Ilość kodów i ich wartości są dowolne, przyjęte w danym zakładzie. W definicji zmiennej możliwe jest wskazanie jedynek kilku stanów, ze zbioru przyjętych stanów elementarnych.

Wówczas stan w rekordzie należy do wskazanej klasy stanów, gdy przyjmuje jedną z wybranych wartości stanów elementarnych.

2.4. Podział zbioru wartości zmiennych losowych na klasy wartości opisujących eksploatację obiektów jednorodnych

Definicje zmiennych losowych umieszczone w tabeli 1 pozwolą wygenerować programem \neq REST, daną zmienną losową dla każdego obiektu o określonym typie.

Dla celów planowania i oceny eksploatacji podział zbioru obiektów na typy

jest zazwyczaj niewystarczający. Na wyniki eksploatacji obiektów na różniących się typem wpływa wiele innych czynników, np.:

- wiek maszyny,
- ilość remontów kapitalnych.

Podsystem ASDE stwarza możliwość podziału zbioru wygenerowanych wartości zmiennych losowych na podzbiory. Kryteria podziału są dowolne. Podział zbioru odbywa się poprzez określenie słów kluczowych i zbioru wartości, jakie mają one przyjmować. Każdy utworzony w ten sposób podzbiór zawiera w dwóch pierwszych rekordach pełną identyfikację zmiennej, nazwy zmiennych losowych, nazwy klasy danych i kryteriów.

Każdy podzbiór podlega analizie statystycznej w trakcie dalszego przetwarzania.

Wyniki analizy zapisywane są w postaci zbiorów hierarchicznych dyskowych jako baza danych i mogą być podstawą do dalszych obliczeń.

3. Charakterystyka środków technicznych eksploatacji systemu

Programy systemu ASDE zostały zrealizowane na m.c. ODRA serii 1300.

Część programów napisana jest w języku FORTRAN 1900, pozostałe jednostki przetwarzania są segmentami napisanymi w języku DML, realizowanymi przez programy systemu zarządzania bazą danych DMS-2.

Stosowanie systemu DMS-2 pozwala na optymalne zapamiętanie zbiorów uzyskanych charakterystyk statystycznych, oraz ułatwia aktualizację i sporządzanie raportów w dowolnych, żądanych układach. Stosowanie systemu DMS-2 pociąga za sobą konieczność eksploataowania systemu na takiej maszynie cyfrowej, która posiada dostępną pamięć dyskową.

Wymagana konfiguracja m.c. ODRA 1300:

- 1 dostępna pamięć operacyjna 64 K słów,
- 2 cztery jednostki pamięci taśmowej,
- 3 pamięć dyskowa,
- 4 czytnik kart i drukarka wierszowa,
- 5 urządzenie rysujące - graphplotter /opcjonalnie/.

System ASDE może być realizowany pod kontrolą egzekutora lub systemu operacyjnego GEORGE-3.

Do obliczeń pod kontrolą GEORGE-3 konieczne jest przygotowanie zadań definiujących sposób i kolejność przetwarzania. Zadania te są opisane w postaci procedur /MACRO/.

Użytkujący system zadaje, w postaci danych do programów: definicje zmiennych losowych, definicje jednorodnych grup obiektów, oraz grupę parametrów sterujących kolejnością obliczeń.

Spowodują one ciąg wywołań programów zakończony edycją katalogu bez konieczności interwencji w trakcie obliczeń.

Literatura

- [1] Benjamin J.R., Cornell C.A., *Rachunek prawdopodobieństwa statystyka matematyczna i teoria decyzji dla inżynierów*, WNT, Warszawa 1977.
- [2] Hebda M., Janicki D., *Trwałość i niezawodność samochodów w eksploatacji*, WKŁ, Warszawa 1977.

ИНФОРМАТИЧЕСКАЯ ПОДСИСТЕМА СТАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ
Р е з ю м е ДАННЫХ

В статье представлены основные функции информатической системы статического анализа данных о эксплуатации объектов. Результатом этого анализа являются коэффициенты оценки эксплуатации и показатели надёжности. Эта система может быть внедрена в промышленном предприятии, где работают самодвижные машины. Результаты системы могут быть использованы в планировании и оценке работы машины.

THE COMPUTER SUBSYSTEM FOR STATISTICAL ANALYSIS OF EXPLOITATION DATA
S u m m a r y

There are presented the fundamental functions of the computer system for statistical analysis of exploitation data. Results of the statistical analysis are series of coefficients estimating the exploitation and reliability indicators. The system may be installed in any industrial works and the results may be used in planing and for estimate the work.