ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СТАНДАРТОВ
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР

ВСЕСОЮЗНЫЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ им. Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА
(ВНИИМ)

МЕТОДИКА

ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНТРОЛЬНО-СОРТИРОВОЧНЫХ АВТОМАТОВ

МИ 126—77

МОСКВА — 1978

gost.e-ecolog.ru

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СТАНДАРТОВ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР

Всесоюзный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт метрологии им.Д.И.Менделеева

(В Н И И М)

М Е Т О Д И К А

ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНТРОЛЬНО-СОРТИРОВОЧНЫХ АВТОМАТОВ

МИ 126-77

Издательство стандартов

Москва - 1978

РАЗРАБОТАНА Всесоюзным ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательским институтом метрологии им.Д.И.Менделеева (ВНИИМ)

Директор Ю.В.Тарбеев
Руководитель темы В.М.Израилев
Исполнители В.М.Израилев
А.С.Торопова
В.Н.Горелик

ПОДГОТОВЛЕНА К УТВЕРЖДЕНИЮ

Лабораторией законодательной метрологии ВНИИМ
Руководитель лаборатории М.Н.Селиванов
Исполнитель А.И.Орлова

УТВЕРЖДЕНА Президиумом научно-технического совета ВНИИМ 18 декабря 1976 г. (протокол № 8)

УДК 531.7:621.9.08(083.74)

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНТРОЛЬНО-СОРТИРОВОЧНЫХ АВТОМАТОВ

МИ 126-77

Настоящая методика распространяется на контрольно-сортировочные автоматы (КСА), сортирующие детали по линейным размерам, и устанавливает методы и средства определения метрологических характеристик раздельно по видам контролируемых размеров.

1. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1.1. К метрологическим характеристикам относятся:

интервал сортировки A ;

погрешность границ интервалов сортировки ΔM_i ;

среднее квадратическое отклонение погрешности срабатывания на границах интервалов сортировки σ_i ;

разноразмерность деталей в сортировочной группе R_i ;

смещение границ интервалов сортировки Δt_i .

2. ВЫБОР И АТТЕСТАЦИЯ СРЕДСТВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

2.1. Для определения метрологических характеристик КСА применяют аттестованную партию деталей (АПД). Детали выбирают из числа тех, которые рассортировываются на КСА. Количество деталей в АПД выбирают таким, чтобы после сортировки на КСА количество деталей N_0 в каждой группе определялось условием

$$N_i \geq 25 \frac{A_н}{\sigma_н} , \qquad (1)$$

где $A_н$ - номинальное значение интервала сортировки ;

$\sigma_н$ - нормированное значение среднего квадратического отклонения погрешности срабатывания. Значение $\sigma_н$ определяют из пас-

© Издательство стандартов, 1977.

портных данных КСА. Если задан предел случайной погрешности, то $\delta_н$ определяют как часть его при заданной вероятности. Например, при вероятности 0,95 $\delta_н$ равно половине предела случайной погрешности.

2.2. Для АПД типа I выбирают детали, изготовленные при устойчивом технологическом процессе, т.е. на одном оборудовании и с неизменными точностными характеристиками оборудования при изготовлении АПД.

2.3. Для АПД типа II выбирают детали, изготовленные при любом технологическом процессе.

2.4. Аттестацию и выбор типа АПД проводят следующим образом.

2.4.I. Осуществляют случайную выборку из АПД объемом 20 деталей.

2.4.2.I. Измеряют на образцовом универсальном приборе по схеме измерения, реализованной в КСА, размеры деталей выборки. Предел случайной погрешности образцового прибора не более I/2 $\delta_н$.

2.4.2.2. По результатам измерения проверяют нормальность распределения размеров деталей $d_{оп}$ в АПД с помощью составного критерия для малых выборок (приложение I). Если распределение размеров в АПД принадлежит нормальному, то относят АПД к типу I, добирают выборку до I00 деталей, измеряют размеры этих деталей и определяют математическое ожидание M_0 и дисперсию размеров δ_0^2 по формулам

$$M_0 = \frac{\sum_{n=1}^{100} d_{оп}}{100}; \qquad (2)$$

$$\delta_0^2 = \frac{\sum_{n=1}^{100} (d_{оп} - M_0)^2}{100}. \qquad (3)$$

Если распределение не принадлежит нормальному, то относят АПД к типу II и добирают выборку до 400 деталей.

2.4.3.I. Если на КСА сортируют детали, при изменении положения которых в базирующем устройстве (например, при их повороте)

измеряемый размер может меняться вследствие погрешности формы измеряемых поверхностей (например, измеряемый диаметр меняется вследствие некруглости детали в контролируемом сечении), то измерение размеров каждой детали из выборки объемом 20 деталей на образцовом универсальном приборе по схеме измерения, реализованной в КСА, осуществляют в 10 случайных положениях. Предел случайной погрешности образцового прибора, определенный с вероятностью не ниже 0,95, не более I/2 $\delta_н$.

2.4.3.2. Для каждой детали определяют средний размер по формуле

$$d_{0n} = \frac{\sum_{j=1}^{10} d_{jn}}{10}, \qquad (4)$$

где d_{jn} - размер n-й детали в j - м направлении, и отклонение формы в случайном направлении $d_{\varphi n}$ как разность между размером в первом направлении и средним размером по формуле

$$d_{\varphi.n} = d_{1n} - d_{0n}. \qquad (5)$$

Допускается любое соотношение между отклонением формы детали и интервалом сортировки.

2.4.3.3. Нормальность распределения d_{0n} и $d_{\varphi.n}$ в АПД проверяют так же, как и в п.2.4.2.2. Если распределение d_{0n} и $d_{\varphi n}$ принадлежит нормальному, то относят АПД к типу I, добирают выборку до 100 деталей, измеряют средние размеры этих деталей и определяют математическое ожидание и дисперсию d_{0n} по формулам (2) и (3), а дисперсию $d_{\varphi.n}$ по формуле

$$\delta_{\varphi}^2 = \frac{\sum_{n=1}^{20} d_{\varphi.n}^2}{19}. \qquad (6)$$

Если распределение d_{0n} и $d_{\varphi.n}$ в АПД не принадлежит нормальному, то относят АПД к типу II и добирают выборку до 400 деталей.

2.5. Аттестацию АПД типа II проводят следующим образом.

2.5.1. Применяют случайную выборку из АПД объемом не менее

400 деталей. Если число деталей в АПД, выбранное в соответствии с условием (I), меньше 400, то объем выборки равен числу деталей в АПД.

2.5.2. Измеряют на образцовом универсальном приборе по схеме измерения, реализованной в КСА, размеры деталей выборки. В ситуации, рассмотренной в п.2.4.3.I, измерение производят в одном случайном положении (детали). Предел случайной погрешности образцового прибора не более I/2 $\delta_н$, минимальная дискретность отсчета по прибору - не более $\delta_н$.

2.5.3. По результатам измерений строят табличную функцию плотности измеренных размеров (приложение 2). Для этого весь диапазон измеренных размеров от $d_{\delta min}$ до $d_{\delta max}$ ($d_{\delta min}$ и $d_{\delta max}$ - наименьший и наибольший результат измерения деталей выборки) разбивают на интервалы, приблизительно равные $\delta_н$. Середины интервалов d_j являются значениями аргумента. Разность между соседними значениями аргумента определяется формулой

$$\Delta d = d_j - d_{j-1} \approx \delta_н , \qquad (7)$$

где $j = I,2,3,\ldots,k$.

Значения функции плотности для d_j подсчитывают по формуле

$$f_j(d_j) = \frac{n_j}{N_\delta} , \qquad (8)$$

где n_j - количество наблюдений, попавших в интервал

$$\frac{d_j + d_{j-1}}{2} \div \frac{d_j + d_{j+1}}{2} ;$$

N_δ - количество деталей в выборке.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

3.I. Первый способ определения метрологических характеристик КСА с помощью АПД типа I рекомендуется для исследовательских метрологических работ и представляет собой следующее.

3.I.I. АПД сортируют на КСА на группы.

3.I.2. Путем пересчета или взвешивания определяют количество

деталей в каждой группе.

3.I.3. Подсчитывают для каждой границы M_i количество деталей P_{1i}, размеры которых признаны автоматом в результате первой сортировки больше M_i, по формуле

$$P_{1i} = \sum_{j=i}^{j=n} N_j \qquad j=i,\dots,n, \qquad (9)$$

где N_j - количество деталей в j-й сортировочной группе.

Соответствие нумерации границ и групп приведено в приложении 3.

3.I.4. Все сортировочные бункеры очищают.

3.I.5. Детали каждой сортировочной группы вновь сортируют раздельно на КСА.

3.I.6. Путем пересчета или взвешивания определяют количество деталей, оставшихся в сортировочной группе и перешедших в результате сортировки в другие сортировочные группы.

3.I.7. Подсчитывают для каждой границы M_i количество деталей P_{2i}, размеры которых признаны автоматом в результате первой и второй сортировок больше M_i по формуле

$$P_{2i} = \sum_{j=i}^{j=n} \left(N_{j2} + q_j\right), \qquad (10)$$

где N_{j2} - количество деталей, оставшихся в j-й сортировочной группе после второй сортировки;

q_j - количество деталей, перешедших в результате повторной сортировки из i-й и с бóльшими номерами (бóльшими размерами) групп в j-ю группу.

Пример подсчета P_{1i} и P_{2i} приведен в приложении 4.

3.I.8. Для определения Δt_i повторяют через заданный интервал времени операции 3.I.I - 3.I.3.

3.2. Второй способ определения характеристик КСА с помощью АЦД типа I рекомендуется для испытаний в производственных условиях (здесь требуется одна сортировка АЦД на группы).

3.2.I. Проводят операции, приведенные в пп.3.I.I ; 3.I.2 ; 3.I.3.

3.2.2. Осуществляют случайную выборку из каждой сортировочной группы. Объем каждой выборки n_{Bi} определяется формулой

$$n_{Bi} \geq 8 \frac{A_H}{\delta_H} . \qquad (II)$$

3.2.3. Измеряют размеры каждой детали в выборках по п.2.4.3.I и определяют средний размер по формуле (4).

3.2.4. Подсчитывают для каждой границы M_i количество деталей P_{2i} , средние размеры которых меньше $\frac{M_{iH} + M_{(i+1)H}}{2}$ в i-й и группах с бóльшими номерами, по формуле

$$P_{2i} = \sum_{j=i}^{j=n} \frac{N_i}{n_{Bj}} N_{j0} . \qquad (I2)$$

Пример подсчета P_{2i} приведен в приложении 5.

3.2.5. Для определения Δt_i повторяют через заданный интервал времени операции 3.I.I. - 3.I.3.

3.3. Способ определения характеристик КСА с помощью АПД типа П рекомендуется для испытаний в производственных условиях (здесь требуется одна сортировка АПД на группы).

3.3.I. Проводят операции, приведенные в пп.3.I.I., 3.I.2, 3.I.3.

3.3.2. Осуществляют случайную выборку из каждой сортировочной группы. Объем каждой выборки n_{Bi} определяется формулой

$$n_{Bi} \geq 12 \frac{A_H}{\delta_H} . \qquad (I3)$$

3.3.3. Измеряют размеры каждой детали в выборках по п.2.5.2.

3.3.4. По результатам измерений для каждой границы строят табличные функции плотности распределения измеренных размеров (приложение 6).

Разность между соседними значениями аргумента определяется

формулой (7). Значения плотности для d_j подсчитывают по формуле

$$f_{ji}(d_j) = \frac{1}{N_0} \sum_{\rho=i}^{\rho=n} n_{j\rho} \frac{N_\rho}{n_{\ell\rho}}, \qquad (14)$$

где $n_{j\rho}$ - количество размеров, попавших в интервал $\frac{d_j + d_{j+1}}{2}$ ÷ $\frac{d_j + d_{j-1}}{2}$ в i-й и с бóльшими номерами сортировочных группах. Пример подсчета $f_{ji}(d_j)$ приведен в приложении 7.

3.3.5. Для определения Δt_i повторяют через заданный интервал времени операции 3.I.I - 3.I.3.

4. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

4.I. Данные, полученные в разделах 2 и 3, вводят в ЭВМ для обработки по программам, приведенным в приложении 8.

4.I.I. Данные, полученные при испытании КСА первым способом с помощью АПД типа I, вводят в ЭВМ для обработки по программе № I в следующем порядке:

n - количество сортировочных групп ;

$\ell\ell\rho$ = { 1 - для пересчета M_{ti} (i = I, . . .,n) - значений границ интервалов сортировки через определенный интервал времени ;
0 - без пересчета M_{ti} ;

M_0 - см.формулу (2) ; N_0 ; $\sigma_н$; $\sigma_ф$ - см.формулу (6) ;

σ_0 - см.формулу (3) ; $P_I[I:n]$ - см.формулу (9) ; $P_2[I:n]$ - - см.формулу (I0) ;

$S_1[I:800]$ - таблица значений функции плотности для нормального закона (см.Вентцель Е.С. "Теория вероятностей", М., "Наука", I969 - приложение 3) ;

$S_2[I:800]$ - таблица значений функции интеграла вероятности для нормального закона ;

$P_t[I:n]$ - значения $P_I[I:n]$, определенные через интервал времени t (вводится при $\ell\ell\rho = 1$) по пп.3.I.8 ; 3.2.5 ; 3.3.6.

4.I.2. Данные, полученные при испытании КСА вторым способом с помощью АПД типа I, вводят в ЭВМ для обработки по программе № 2 в следующем порядке: n, klp, M_0, N_0, $б_н$, $б_ф$., $б_0$ (см.первый способ - п.4.I.I);

T [I:n] - середина i-го номинального интервала сортировки $\frac{M_{iн} + M_{(i+1)н}}{2}$;

P_1[I:n] - см.первый способ - п.4.I.I;

P_2[I:n] - см.формулу (I2);

S_1[I:800] - см.первый способ - п.4.I.I;

S_2[I:800] - то же;

P_t[I:n] - то же.

4.I.3. Данные, полученные при испытании КСА первым способом с помощью АПД типа П, вводят в ЭВМ для обработки по программе № 3 в следующем порядке:

n, klp - см.первый способ - п.4.I.I;

dl - количество аргументов и значений табличной функции плотности измеренных размеров;

N_0, $б_н$ - см.первый способ - п.4.I.I;

F[1:dl] - таблица аргументов и соответствующих им значений функции плотности измеренных размеров (приложение 2);

P_1[1:n] - см.первый способ - п.4.I.I;

nS[1:n] - количество аргументов для таблицы функции плотности для i-й границы (i = I, ..., n);

S_2[1:800] - см.первый способ - п.4.I.I;

P_t[1:n] - то же;

f_i[1:nS] - i-я таблица аргументов (i = I, ..., n) и соответствующих значений функции (приложение 6).

4.2. Данные, полученные после обработки на ЭВМ: M_i, $б_i$, M_{ti}.

4.3. Метрологические характеристики КСА определяют по формулам:

$$\Delta M_i = M_i - M_{iH}, \qquad (15)$$

$$R_i = (M_{i+1} - M_i) + 2\delta_i + 2\delta_{i+1}, \qquad (16)$$

$$\Delta t_i = M_i - M_{ti}. \qquad (17)$$

Приложение I

ПРОВЕРКА НОРМАЛЬНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРОВ В АПД С ПОМОЩЬЮ СОСТАВНОГО КРИТЕРИЯ ДЛЯ МАЛЫХ ВЫБОРОК

Методика проверки нормальности распределения результатов наблюдений приведена в справочном приложении I ГОСТ 8.207-76.

При проверке по критерию I вычисляют отношения $\tilde{d}$:

$$\tilde{d} = \frac{\sum_{i=1}^{20} |x_i - \tilde{M}|}{20 \cdot S^*},$$

где x_i - размер i-й детали ;

$\tilde{M}$ - среднее арифметическое значение размеров 20 деталей ;

S^* - смещенная оценка среднего квадратического отклонения, вычисляемая по формуле

$$S^* = \sqrt{\frac{1}{20}\sum_{i=1}^{20}(x_i - \tilde{M})^2}.$$

Если $\tilde{d}$ не попадает в область допустимых значений 0,7290-0,8791 то гипотезу о нормальности распределения отвергают. Если попадает, то продолжают проверку по критерию II.

Для этого вычисляют оценку среднего квадратического отклонения по формуле

$$S = \sqrt{\frac{1}{19}\sum_{i=1}^{20}(x_i - \tilde{M})^2}.$$

Если не более одной разности $(x_i - \tilde{M})$ превышает значение $2{,}33\,S$ то гипотезу о нормальности распределения размеров принимают с уровнем значимости 0,I. В противном случае гипотезу отвергают.

Программа и контрольный просчет

```
1 'BEGIN''INTEGER'I,J;
2 'REAL'M,D,S,SS;
3 'ARRAY'X[1:20];
4 P0042(X);P1041(X);
5 M:=SS:=0;
6 'FOR'I:=1'STEP'1'UNTIL'20'DO'
7 M:=M+X[1];
8 M:=M/20;
9 'FOR'I:=1'STEP'1'UNTIL'20'DO'
10 SS:=SS+(X[1]-M)↑2;
11 D:=SS/20;
12 S:=SQRT(D);
13 D:=0;
14 'FOR'I:=1'STEP'1'UNTIL'20'DO'
15 D:=D+ABS(X[I]-M);
16 D:=D/20/S;
17 'IF'D<0.729∨D>0.8791'THEN'
18 'BEGIN'P016,(1,'//////ГИПОТЕЗА О НОРМАЛЬНОСТИ
19 РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОТВЕРГАЕТСЯ//××');
20 'GO TO''K'END';
21 SS:=SQRT(SS/18);
22 J:=0;D:=2.33×SS;
23 'FOR'I:=1'STEP'1'UNTIL'20'DO'
24 'BEGIN''IF'(X[I]-M)<D'THEN'J:=J+1'END';
25 'IF'J'НЕ МЕНЬШЕ'10'THEN'P0165(1,'//////ГИПОТЕЗА О НОРМАЛЬНОСТИ
26 РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИНИМАЕТСЯ//××');
27 'ELSE'P0165(1,'//////ГИПОТЕЗА О НОРМАЛЬНОСТИ
28 ОТВЕРГАЕТСЯ//××');
29 'K:'END';
```

21,8	9,4	31,2	26,9	26,2
15,0	14,0	23,1	14,0	11,9
28,5	30,9	3,1	9,1	20,3
0,6	12,8	14,4	220,6	14,7

Приложение 2

j	I	2	3	4				
d_j	d_1	d_2	d_3	d_4				
$f_j(d_j)$	$f_1(d_1)$	$f_2(d_2)$	$f_3(d_3)$	$f_4(d_4)$				

Приложение 3

Номер группы	Брак "-"	I	2	3	4	n -I	(брак "+") n
Номер границы		I	2	3	4	n-I	n

Приложение 4

ПРИМЕР ПОДСЧЕТА P_{Ii} и P_{2i} ДЛЯ ПЕРВОГО СПОСОБА С АПД ТИПА I

Автомат сортирует АПД, состоящую из 950 деталей, на пять групп. Результаты первой и второй сортировок приведены в таблице

Сортируемые детали	Результат сортировки по группам				
	Брак "-"	I для M_i =I	2 для M_i =2	3 для M_i =3	4 (брак "+") для M_i =4
А П Д	I50	200	250	200	I50
I-я группа	I6	I70	I0	3	I
2-я группа	2	I7	200	25	6
3-я группа	I	4	20	I67	8
4-я группа	-	-	I	5	I44

Расчет P_{Ii} и P_{2i} по формулам (9) и (I0):

$P_{II} = 200+250+200+I50 = 800$; $P_{I2} = 250+200+I50 = 600$;

$P_{I3} = 200+I50 = 350$; $P_{I4} = 150$;

$P_{2I} = (I70+I0+3+I)+(I7+200+25+6)+(4+20+I67+8)+(I+5+I44) = 78I$;

$P_{22} = (200+25+6)+(20+I67+8)+(I+5+I44) = 576$;

$P_{23} = (I76+8)+(5+I44) = 324$; $P_{24} = I44$.

Приложение 5

ПРИМЕР ПОДСЧЕТА P_{2i} ДЛЯ ВТОРОГО СПОСОБА С АПД ТИПА I

Автомат сортирует АПД, состоящую из 950 деталей, на пять групп.

Количество деталей в группах после сортировки АПД:

$N_I = 200$; $N_2 = 250$; $N_3 = 200$; $N_4 = 150$.

Объем выборок из групп:

$n_{в1} = 50$; $n_{в2} = 70$; $n_{в3} = 50$; $n_{в4} = 40$. Выборки могут быть одинакового или различного объема, но необходимо соблюдение условия (II).

Результаты измерения средних размеров деталей в выборках приведены в таблице.

Выборка из группы	Количество деталей, средние размеры которых попадают в интервал			
	менее $\frac{M_{1н}+M_{2н}}{2}$	от $\frac{M_{1н}+M_{2н}}{2}$ до $\frac{M_{2н}+M_{3н}}{2}$	от $\frac{M_{2н}+M_{3н}}{2}$ до $\frac{M_{3н}+M_{4н}}{2}$	от $\frac{M_{3н}+M_{4н}}{2}$ до $\frac{M_{4н}+A_н}{2}$
I-й	25	I8	6	I
2-й	I2	23	20	II
3-й	2	8	I9	I7
4-й	-	3	7	I2

Расчет P_{2i} по формуле (I2):

$$P_{2I} = \frac{200}{50} \cdot 25 + \frac{250}{70} \cdot I2 + \frac{200}{50} \cdot 2 = I0I;$$

$$P_{22} = \frac{250}{70} \cdot (I2+23) + \frac{200}{50} \cdot (2+8) + \frac{I50}{40} \cdot 3 = I76;$$

$$P_{23} = \frac{200}{50} \cdot (2+8+I9) + \frac{I50}{40} \cdot (3+7) = I53;$$

$$P_{24} = \frac{I50}{40} \cdot (3+7+I2) = 82$$

Приложение 6

ФУНКЦИИ ПЛОТНОСТИ ДЛЯ i-Й ГРАНИЦЫ

j	I	2	3	4			
d_j	d_1	d_2	d_3	d_4			
$f_{ij}(d_j)$	$f_{i1}(d_1)$	$f_{i2}(d_2)$	$f_{i3}(d_3)$	$f_{i4}(d_4)$			

Приложение 7

ПРИМЕР ПОДСЧЕТА $f_{ij}(d_j)$

Автомат сортирует АПД, состоящую из I000 деталей, на пять групп.

Количество деталей в группах после сортировки АПД: $N_1 = 240$; $N_2 = 300$; $N_3 = 240$; $N_4 = 120$.

Объем выборок из групп: $n_{81} = 80$; $n_{82} = 100$; $n_{83} = 80$; $N_{84} = 60$. Выборки могут быть одинакового или различного объема, но необходимо соблюдение условия (I3).

Результаты измерения размеров деталей в выборках приведены в таблице.

Выборка из группы	Количество деталей выборки, размеры которых попали в заданный интервал размеров при d_j, мкм																							
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	20	2I	22	23	24	25
I-й	I	3	3	8	I2	I9	I2	II	7	2	2														
2-й							2	2	4	I4	I6	II	I9	2I	I2	6	I	2							
3-й										2	I	3	7	9	9	I2	I2	7	8	4	3	3			
4-й																		I	6	5	9	I3	I0	I2	4

Расчет $f_{ij}(d_j)$ по формуле (14).

$$f_{1,4} = \frac{1}{1000} \cdot 8 \cdot \frac{240}{80} = 0{,}024; \qquad f_{1,10} = \frac{1}{1000} \cdot \left(2 \cdot \frac{240}{80} + 14 \cdot \frac{300}{100} + 2 \cdot \frac{240}{80}\right) = 0{,}054;$$

$$f_{2,10} = \frac{1}{1000} \cdot \left(14 \cdot \frac{300}{100} + 2 \cdot \frac{240}{80}\right) = 0{,}048; \qquad f_{3,10} = \frac{1}{1000} \cdot 2 \cdot \frac{240}{80} = 0{,}006;$$

$$f_{2,15} = \frac{1}{1000} \cdot \left(12 \cdot \frac{300}{100} + 9 \cdot \frac{240}{80}\right) = 0{,}063; \qquad f_{3,15} = \frac{1}{1000} \cdot 9 \cdot \frac{240}{80} = 0{,}027;$$

$$f_{2,18} = \frac{1}{1000} \cdot \left(2 \cdot \frac{300}{100} + 7 \frac{240}{80} + 1 \cdot \frac{120}{60}\right) = 0{,}029; \qquad f_{3,18} = \frac{1}{1000} \cdot \left(7 \cdot \frac{240}{80} + 1 \cdot \frac{120}{60}\right) = 0{,}02$$

$$f_{4,18} = \frac{1}{1000} \cdot \left(1 \cdot \frac{120}{60}\right) = 0{,}002; \qquad f_{4,24} = \frac{1}{1000} \cdot 12 \cdot \frac{120}{60} = 0{,}024.$$

5-6735

Приложение 8

АЛГОРИТМ, ПРОГРАММА И КОНТРОЛЬНЫЙ ПРОСЧЕТ ПО ПЕРВОМУ СПОСОБУ С АЦД типа I

Определение значений M_i и δ_i сводится к решению систем нелинейных уравнений вида

$$\begin{cases} \dfrac{P_{1i}}{N_0} = F_0\left[\dfrac{M_0 - M_i}{\sqrt{\delta_i^2 + \delta_0^2 + \delta_{\phi.}^2}}\right] \\ \dfrac{P_{2i}}{N_0} = \dfrac{1}{\delta_0}\displaystyle\int_{M_0-3\delta_0}^{M_0+3\delta_0} f_0\left[\dfrac{d_0 - M_c}{\delta_0}\right]\cdot\left\{F_0\left[\dfrac{d_0 - M_i}{\sqrt{\delta_i^2 + \delta_{\phi.}^2}}\right]\right\}^2 \cdot d(d_0), \end{cases}$$

где F_0 и f_0 - функции и плотность нормального распределения.

I. Ввод количества сортировочных групп n и признака klp.

2. Данные, полученные при испытании КСА первым способом, вводят в следующем порядке: M_0, N_0, $\delta_н$, $\delta_{\phi.}$, δ_0, $P1[1:n]$, $P2[1:n]$, $S1[1:800]$, $S2[1:800]$, $Pt[1:n]$ - см.п.4.I.I.

3. Печать заголовка.

4. Формирование граничных условий.

4.I. Для вычисления интеграла по СП р 0655:

$in[1]$ - нижний предел интегрирования ;

$in[2]$ - верхний предел интегрирования ;

$in[3]$ - начальный шаг ;

$in[4]$ - абсолютная погрешность вычисления интеграла.

4.2. Для решения системы нелинейных уравнений по СП р 0651:

$ek[1]$, $ek[2]$ - значения допускаемых погрешностей ε I, ε 2 для уравнений системы ;

$ek[3]$, $ek[4]$ - начальные приращения для аргументов ΔX_1; ΔX_2.

4.3. Для отыскания корня функции на конечном отрезке по СП р 1053:

$d[1]$ - начало отрезка ;

d [2] - конец отрезка ;

d [3] - шаг (наименьшее расстояние между корнями) ;

d [4] - точность вычисления корней.

5. Формирование левой части для расчета системы нелинейных уравнений.

6. Отыскание первого приближения для Mi из первого уравнения системы, которое засылается в ячейку x[I] при $6_i = 6_M$.

7. Отыскание первого приближения для 6_i из второго уравнения системы, которое засылается в ячейку x[2] .

8. Решение системы нелинейных уравнений.

9. Пересчет Mi из первого уравнения системы при использовании значений Pt[i] через определенный интервал времени при $klp = I$.

I0. Если решение системы не найдено с заданной точностью, то печатаются результаты, наиболее близкие к корням системы, при этом отмечается, что решения системы не найдено.

II. Если $i \leq n$, то переходят к п.5 на расчет следующей системы нелинейных уравнений.

Программа № I

```
'BEGIN''INTEGER'N,I,J,K,KLP;
'REAL'СИГМАФ,СИГМА0,СИГМАU,СИГМАН,СИГМА,N0,R,ARG,M0,INT,D0,УI,RF,C;
'ARRAY'ТАУ[1:1],X,У,S[1:2],IN,АЛЬФА,ЕН[1:4],B[1:8],A[1:24],
S1,S2[1:800];
P0042(N,KLP);
P1041(N,KLP);
'BEGIN''ARRAY'P1,P2,PT[1:N];
P0042(M0,N0,СИГМАН,СИГМАФ,СИГМА0);
P1041(M0,N0,СИГМАН,СИГМАФ,СИГМА0);
P0042(P1,P2);
P1041(P1,P2);
P0042(S1,S2);
'IF'KLP=1'THEN''BEGIN'P0042(PT);P1041(PT)'END';
ЕН[1]:=.005;ЕН[2]:=.001;ЕН[3]:=.5×СИГМАН;ЕН[4]:=.05×СИГМАН;
P0165(1,'//////ОВРАВОТКА ДАННЫХ,ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ИСПЫТАНИИ КСА
ПЕРВЫМ СПОСОВОМ С ПОМОЩЬЮ АПД ТИПА I////');
P0501(9,11);
P0501(6,5,5,'СИСТЕМА',6,5,24,'М',6,5,35,'СИГМА',11);
'IF'KLP=1'THEN'P0501(6,5,46,'МТ',11);
СИГМАU:=3×СИГМА0;
IN[1]:=M0-СИГМАU;
IN[2]:=M0+СИГМАU;
IN[3]:=СИГМАН;IN[4]:=ω-3;
СИГМАU:=SQRT(СИГМАФ×СИГМАФ+СИГМА0×СИГМА0);
АЛЬФА[1]:=0;АЛЬФА[2]:=50×СИГМАН;
АЛЬФА[3]:=0.01;
АЛЬФА[4]:=ω-5;
'FOR'I:=1'STEP'1'UNTIL'N'DO'
'BEGIN'
P1[I]:=P1[I]/N0;P2[I]:=P2[I]/N0;
R:=P1[I];
'FOR'J:=2'STEP'1'UNTIL'799'DO'
'BEGIN''IF'R'НЕ МЕНЬШЕ'S1[J-1]'AND'R<S1[J]
'THEN''BEGIN''IF'R-S1[J-1]<S1[J]-R
'THEN''BEGIN'R:=S1[J-1];K:=J-1'END'
'ELSE''BEGIN'R:=S1[J];K:=J'END';
'GO TO'NS'END';
'END';
NS:'IF'K'НЕ МЕНЬШЕ'400'THEN'ARG:=(K-400)/100
'ELSE'ARG:=(K-400)/100;
X[I]:=M0-ARG×SQRT(СИГМАН↑2+СИГМАU↑2);
```

```
42 P1053(АЛЬФА,S,ТАУ,M1,M2,'TRUE');
43 'GO TO'KM;
44 M1:INT:=P0655(D0,УI,IN[1],N1,N2);
45 'GO TO'MK;
46 N1:ARG:=(D0-M0)/СИГМА0;
47 'IF'ARG<-3.99'THEN'C:=0
48 'ELSE''BEGIN'C:=ENTIER(ARG×ю2)/ю2;
49 K:=(C+3.99)/0.01+1;C:=S2[K]'END';
50 ARG:=(D0-X[1])/SQRT(S[1]↑2+СИГМАФ×СИГМАФ);
51 'IF'ARG<-3.99'THEN'ARG:=0
52 'ELSE''IF'ARG>3.99'THEN'ARG:=1
53 'ELSE''BEGIN'ARG:=ENTIER(ARG×ю2)/ю2;K:=(ARG+3.99)/0.01+1;
54 ARG:=S1[K]'END';
55 УI:=C×ARG×ARG;
56 N2:;
57 MK:S[2]:=P2[I]-INT/СИГМА0/0.9972;
58 M2:;
59 KM:X[2]:=ТАУ[1];
60 P0651(2,ЕН[1],A[1],X[1],У[1],B[1],P,Q);
61 'GO TO'LAB;'GO TO'LABEL;
62 P:ARG:=(M0-X[1])/SQRT(СИГМАU×СИГМАU+X[2]↑2);
63 'IF'ARG<-3.99'THEN'RF:=0
64 'ELSE''IF'ARG>3.99'THEN'RF:=1
65 'ELSE''BEGIN'RF:=ENTIER(ARG×ю2)/ю2;
66 K:=(RF+3.99)/0.01+1;RF:=S1[K]'END';
67 INT:=P0655(D0,УI,IN[1],S3,Q1);
68 'GO TO'M;
69 S3:ARG:=(D0-M0)/СИГМА0;
70 'IF'ARG<-3.99'THEN'C:=0
71 'ELSE''BEGIN'C:=ENTIER(ARG×ю2)/ю2;
72 K:=(C+3.99)/0.01+1;C:=S2[K]'END';
73 ARG:=(D0-X[1])/SQRT(X[2]↑2+СИГМАФ×СИГМАФ);
74 'IF'ARG<-3.99'THEN'ARG:=0
75 'ELSE''IF'ARG>3.99'THEN'ARG:=1
76 'ELSE''BEGIN'ARG:=ENTIER(ARG×ю2)/ю2;K:=(ARG+3.99)/0.01+1;
77 ARG:=S1[K]'END';
78 УI:=C×ARG×ARG;
79 Q1:;
80 M:У[1]:=P1[I]-RF;
81 INT:=INT/СИГМА0;
82 INT:=INT/0.9972;
83 У[2]:=P2[I]-INT;
```

```
84 'IF'У[1]<0'THEN'У[1]:=-У[1];'IF'У[2]<0'THEN'У[2]:=-У[2];
85 'IF'У[1]<СИГМА'AND'У[2]<ТАУ[1]'THEN''BEGIN'
86 S[1]:=X[1];S[2]:=X[2];
87 СИГМА:=У[1];ТАУ[1]:=У[2]'END'
88 'ELSE''BEGIN''IF'У[1]<СИГМА'AND'У[2]>ТАУ[1]'OR'У[1]>СИГМА
89 'AND'У[2]<ТАУ[1]
90 'THEN''BEGIN''IF'(СИГМА-У[1])>(ТАУ[1]-У[2])'OR'
91 (СИГМА-У[1])<(У[2]-ТАУ[1])
92 'THEN''BEGIN'S[1]:=X[1];S[2]:=X[2];
93 СИГМА:=У[1];ТАУ[1]:=У[2];
94 'END'
95 'END''END';
96 Q:;
97 LAB:P0165(1,'//////РЕШЕНИЕ СИСТЕМЫ НЕ НАЙДЕНО//');
98 P1041(I,X,У,EH);
99 X[1]:=S[1];X[2]:=S[2];
100 LABEL:
101 P0501(2,6+I,10,I,0,3,2,6+I,24,X[1],3,7,2,6+I,38,X[2],3,4,11);
102 'IF'KLP=1'THEN''BEGIN'СИГМА:=X[2];
103 R:=PT[I];
104 'FOR'J:=2'STEP'1'UNTIL'799'DO'
105 'BEGIN''IF'R'НЕ МЕНЬШЕ'S1[J-1]'AND'R<S1[J]
106 'THEN''BEGIN''IF'R=S1[J-1]<S1[J]-R
107 'THEN''BEGIN'R:=S1[J-1];K:=J-1'END'
108 'ELSE''BEGIN'R:=S1[J];K:=J'END';
109 'GO TO'NS1'END';
110 'END';
111 NS1:'IF'K'НЕ МЕНЬШЕ'400'THEN'ARG:=(K-400)/100
112 'ELSE'ARG:=(K-400)/100;
113 X[1]:=M0-ARG×SQRT(СИГМА↑2+СИГМАU↑2);
114 P0501(2,6+I,52,X[1],3,7,11);
115 'END';
116 'END';
117 P0501(10,7+N,11);
118 'END''END';
```

2,0	10,722	2299,0	588,0	0,103	1,838
0,0		2331,0	0,1	2294,00	527,0

ОВРАВОТКА ДАННЫХ,ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ИСПЫТАНИИ КСА ПЕРВЫМ СПОСОВОМ С ПОМОЩЬЮ АПД ТИПА I

СИСТЕМА	М	СИГМА
1	6,666	0,246
2	11,957	0,266

АЛГОРИТМ, ПРОГРАММА И КОНТРОЛЬНЫЙ ПРОСЧЕТ ПО ВТОРОМУ СПОСОБУ с АЦД типа I

Определение значений M_i и σ_i сводится к решению n систем нелинейных уравнений вида:

$$\begin{cases} \frac{P_{1i}}{N_0} = F_0\left[\frac{M_0 - M_i}{\sqrt{\sigma_i^2 + \sigma_0^2 + \sigma_{\phi.}^2}}\right]; \\ \frac{P_{2i}}{N_0} = \frac{1}{\sigma_0}\int\limits_{M_0-3\sigma_0}^{T_i} f_0\left[\frac{d_0 - M_0}{\sigma_0}\right]\cdot F_0\left[\frac{d_0 - M_i}{\sqrt{\sigma_i^2 + \sigma_{\phi.}^2}}\right]\cdot d(d_0). \end{cases}$$

I. Ввод количества сортировочных групп n и признака klp .

2. Данные, полученные при испытании КСА вторым способом, вводят в следующем порядке: $M_0, N_0, \sigma_н, \sigma_{\phi.}, \sigma_0, T[1:n]$, $P1[1:n]$, $P2[1:n], S1[1:800], S2[1:800], Pt[1:n]$ - см.п.4.I.2.

3. Печать заголовка.

4. Формирование граничных условий.

   4.I. Для вычисления интеграла по СП р 0655: $in[1], in[3]$, $in[4]$.

   4.2. Для решения систем нелинейных уравнений по СП р 065I: $ek[1]$, $ek[2]$, $ek[3]$, $ek[4]$.

   4.3. Для отыскания корня функции на конечном отрезке по СП р I053: $d[1]$, $d[2]$, $d[3]$, $d[4]$.

5. Формирование левой части для расчета системы нелинейных уравнений.

6. Отыскание первого приближения для M_i из первого уравнения системы, которое засылается в ячейку $x[1]$ при $\sigma_i = \sigma_н$.

7. $in[2] := T[i]$ - верхний предел интегрирования.

8. Признак $j = I$ для расчета корня из второго уравнения.

9. Отыскание первого приближения для σ_i из второго уравнения системы, если $j = I$.

Если $j = 2$, то - отыскание первого приближения для M_i из второго уравнения системы при $\sigma_i = \sigma_н$.

I0. Если при $j = I$ корень σ_i не найден, то $x[I] = \sigma_i = \sigma_н$; $j := 2$ и возвращаемся к п.9, иначе идем к п.II.

II. $x[2]$ присваивается корень, найденный в п.9. Если корень меньше 10^{-4}, то $x[2] := \sigma_н$.

I2. Решение системы нелинейных уравнений.

I3. Пересчет M_i из первого уравнения системы при использовании значений $Pt[i]$ через определенный интервал времени при $klp = I$.

I4. Если решение системы не найдено с заданной точностью, то печатаются результаты, наиболее близкие к корням системы, при этом отмечается, что решение системы не найдено.

I5. Если $i \leq n$, то переходят к п.5 на расчет следующей системы нелинейных уравнений.

Программа № 2

```
1  'BEGIN''INTEGER'N,I,J,K,KLP;
2  'REAL'СИГМАФ,СИГМАН,СИГМА0,СИГМАU,СИГМА,N0,R,RR,ARG,D0,УI,M0,C,INT,RF;
3  'ARRAY'TAУ[1:1],S,X,У[1:2],IN,АЛЬФА,ЕН[1:4],B[1:8],
4  A[1:24],S1,S2[1:800];
5  P0042(N,KLP);
6  P1041(N,KLP);
7  'BEGIN''ARRAY'P1,P2,T,PT[1:N];
8  P0042(M0,N0,СИГМАН,СИГМАФ,СИГМА0);
9  P1041(M0,N0,СИГМАН,СИГМАФ,СИГМА0);
10 P0042(T);
11 P1041(T);
12 P0042(P1,P2);
13 P1041(P1,P2);
14 P0042(S1,S2);
15 'IF'KLP=1'THEN'P0042(PT);
16 P0165(1,'//////ОВРАБОТКА ДАННЫХ,ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ИСПЫТАНИИ КСА ВТОРЫМ
17 СПОСОБОМ С ПОМОЩЬЮ АПД ТИПА I ////');
18 P0501(9,11);
19 P0501(6,5,5,'СИСТЕМА',6,5,24,'М',6,5,35,'СИГМА',11);
20 'IF'KLP=1'THEN'P0501(6,5,46,'МТ',11);
21 СИГМАU:=3×СИГМА0;
22 IN[1]:=M0-СИГМАU;
23 IN[3]:=СИГМАН;IN[4]:=ю-3;
24 СИГМАU:=SQRT(СИГМАФ×СИГМАФ+СИГМА0×СИГМА0);
25 АЛЬФА[3]:=0.01;
26 АЛЬФА[4]:=ю-5;
27 ЕН[1]:=.0005;ЕН[2]:=.001;ЕН[3]:=.5×СИГМАН;ЕН[4]:=.05×СИГМАН;
28 'FOR'I:=1'STEP'1'UNTIL'N'DO'
29 'BEGIN'
30 АЛЬФА[1]:=0;АЛЬФА[2]:=50×СИГМАН;
31 P1[I]:=P1[I]/N0;P2[I]:=P2[I]/N0;
32 R:=P1[I];
33 'FOR'J:=2'STEP'1'UNTIL'799'DO'
34 'BEGIN''IF'R'НЕ МЕНЬШЕ'S1[J-1]'AND'R<S1[J]
35 'THEN''BEGIN''IF'R-S1[J-1]<S1[J]-R
36 'THEN''BEGIN'R:=S1[J-1];K:=J-1'END'
37 'ELSE''BEGIN'R:=S1[J];K:=J'END';
38 'GO TO'NS'END';
39 'END';
40 NS;'IF'K'НЕ МЕНЬШЕ'400'THEN'ARG:=(K-400)/100
41 'ELSE'ARG:=(K-400)/100
42 X[1]:=M0-ARG×SQRT(СИГМАН↑2+СИГМАU↑2);
```

```
43 IN[2]:=T[I];
44 J:=1;
45 L1:
46 P1053(АЛЬФА,S,ТАУ,M1,M2,'TRUE');
47 'GO TO'КМ;
48 M1:INT:=P0655(D0,УI,IN[1],N1,N2);
49 'GO TO'МК;
50 N1:ARG:=(D0-M0)/СИГМА0;
51 'IF'ARG<-3.99'THEN'C:=0
52 'ELSE''BEGIN'C:=ENTIER(ARG×ю2)/ю2;
53 K:=(C+3.99)/0.01+1;C:=S2[K]'END';
54 'IF'J=2'THEN'ARG:=(D0-S[1])/SQRT(X[2]↑2+СИГМАФ×СИГМАФ)
55 'ELSE'
56 ARG:=(D0-X[1])/SQRT(S[1]↑2+СИГМАФ×СИГМАФ);
57 'IF'ARG<-3.99'THEN'ARG:=0
58 'ELSE''IF'ARG>3.99'THEN'ARG:=1
59 'ELSE''BEGIN'ARG:=ENTIER(ARG×ю2)/ю2;K:=(ARG+3.99)/0.01+1;
60 ARG:=S1[K]'END';
61 УI:=C×ARG;
62 N2:;
63 МК:S[2]:=P2[I]-INT/СИГМА0/0.9972;
64 M2:;
65 КМ:'IF'ТАУ[1]<ю-4'THEN''BEGIN'X[2]:=СИГМАН;
66 АЛЬФА[1]:=M0-3×СИГМА0;АЛЬФА[2]:=M0+3×СИГМА0;
67 J:=2;_'GO TO'L1'END';
68 'IF'J=2'THEN'X[1]:=ТАУ[1]'ELSE'X[2]:=ТАУ[1];
69 P0651(2,ЕН[1],A[1]X[1],У[1],B[1],P,Q);
70 'GO TO'LAB;'GO TO'LABEL;
71 P:ARG:=(M0-X[1])/SQRT(СИГМАU×СИГМАU+X[2]↑2);
72 'IF'ARG<-3.99'THEN'RF:=0
73 'ELSE''IF'ARG>3.99'THEN'RF:=1
74 'ELSE''BEGIN'RF:=ENTIER(ARG×ю2)/2;
75 K:=(RF+3.99)/0.01+1;RF:=S1[K]'END';
76 INT:=P0655(D0,УI,IN[1],S3,Q1);
77 'GO TO'M;
78 S3:ARG:=(D0-M0)/СИГМА0;
79 'IF'ARG<-3.99'THEN'C:=0
80 'ELSE''BEGIN'C:=ENTIER(ARG×ю2)/ю2;
81 K:=(C+3.99)/0.01+1;C:=S2[K]'END';
82 ARG:=(D0-X[1])/SQRT(X[2]↑2+СИГМАФ×СИГМАФ);
83 'IF'ARG<-3.99'THEN'ARG:=0
84 'ELSE''IF'ARG>3.99'THEN'ARG:=1
```

```
85 'ELSE''BEGIN'ARG:=ENTIER(ARG×m2)/m2;K:=(ARG+3.99)/0.01+1;
86 ARG:=S1[K]'END';
87 У1:=C×ARG;
88 Q1:;
89 M:У[1]:=P1[I]-RF;
90 INT:=INT/СИГМА0;
91 INT:=INT/0.9972;
92 У[2]:=P2[I]-INT;
93 ЕН[1]:=.005;ЕН[2]:=.001;ЕН[3]:=.5×СИГМАН;ЕН[4]:=.05×СИГМАН;
94 'IF'У[1]<0'THEN'У[1]:=-У[1];'IF'У[2]<0'THEN'У[2]:=-У[2];
95 'IF'У[1]<СИГМА'AND'У[2]<ТАУ[1]'THEN''BEGIN'
96 S[1]:=X[1];S[2]:=X[2];
97 СИГМА:=У[1];ТАУ[1]:=У[2]'END'
98 'ELSE''BEGIN''IF'У[1]<СИГМА'AND'У[2]>ТАУ[1]'OR'У[1]>СИГМА'AND'
99 У[2]<ТАУ[1]
100 'THEN''BEGIN''IF'(СИГМА-У[1])>(ТАУ[1]-У[2])'OR'
101 (СИГМА-У[1])<(У[2]-ТАУ[1])
102 'THEN''BEGIN'S[1]:=X[1];S[2]:=X[2];
103СИГМА:=У[1];ТАУ[1]:=У[2]
104 'END'
105 'END''END';
106 Q:;
107 LAB:P0165(1,'//////РЕШЕНИЕ СИСТЕМЫ НЕ НАЙДЕНО//');
108 P1041(I,X,У,ЕН);
109 X[1]:=S[1];X[2]:=S[2];
110 LABEL:
111 'IF'X[2]<0'THEN'X[2]:=-X[2];
112 P0501(1,6+I,10,I,0,3,2,6+I,24,X[1],3,7,2,6+I,38,X[2],3,4,11);
113 'IF'KLP=1'THEN''BEGIN'
114 СИГМА:=X[2];
115 R:=PT[I];
116 'FOR'J:=2'STEP'1'UNTIL'799'DO'
117 'BEGIN''IF'R'НЕ МЕНЬШЕ'S1[J-1]'AND'R<S1[J]
118 'THEN''BEGIN''IF'R-S1[J-1]<S1[J]-R
119 'THEN''BEGIN'R:=S1[J-1];K:=J-1'END'
120 'ELSE''BEGIN'R:=S1[J];K:=J'END';
121 'GO TO'NS1'END';
122 'END';
123 NS1:'IF'K'НЕ МЕНЬШЕ'400'THEN'ARG:=(K-400)/100
124 'ELSE'ARG:=(K-400)/100
125 X[1]:=M0-ARG×SQRT(СИГМА12+СИГМАU12);
126 'END';
```

```
127 P0501(2,6+I,52,X[1],3,7,11)
128 'END';
129 P0501(10,7+N,11);
130 'END''END';
```

```
        1,0                0,0

   10.722          2331,0       0,1        0,103        1,838

         8,1

    22          2204,0           104,0
```

ОБРАБОТКА ДАННЫХ,ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ИСПЫТАНИИ КСА ВТОРЫМ СПОСОБОМ С ПОМОЩЬЮ АПД ТИПА I

РЕШЕНИЕ СИСТЕМЫ НЕ НАЙДЕНО

```
    1,00        7,362        0,020962        -0,01672
                0,105        0,006181        +0,001
                                             +0,05
                                             +0,005

    СИСТЕМА          М          СИГМА
       1           7,362        0,099        7,362
```

АЛГОРИТМ, ПРОГРАММА И КОНТРОЛЬНЫЙ ПРОСЧЕТ ПО СПОСОБУ с АПД типа П

Определение значений M_i и δ_i сводится к решению n систем нелинейных уравнений вида

$$\begin{cases} \frac{P_{ii}}{N_0} = \frac{1}{K}\int_{d_1}^{d_n} f(d_u)\cdot F_0\left[\frac{d_u - M_i}{\delta_i}\right]\cdot d(d_u); \\ \frac{1}{K^2}\int_{d_1}^{d_n}\left[\int_{d_1}^{d_u} f(d_j)\cdot F_0\left[\frac{d_j - M_i}{\delta_i}\right]\cdot d(d_j) - \int_{d_1}^{d_u} f_{ji}(d_j)\cdot d(d_j)\right]^2\cdot d(d_u) = 0, \end{cases}$$

где $f(d_u)$ - табличная функция плотности измеряемых размеров в АПД типа П, определяемая в п.2.5.3;

$f_i(d_u)$ - табличная функция плотности измеренных размеров в i-й группе, определяемая в п.3.3.4.

I. Ввод данных, общих для всех сортировочных групп: n, klp и dl - количество аргументов и значений табличной функции плотности измеренных размеров.

2. Данные, полученные при испытании КСА, вводят в следующем порядке: N_0, $\delta_н$, $F[1:dl]$, $P1[1:n]$, $nS[1:n]$, $S2[1:800]$, $Pt[1:n]$ - - см.п.4.I.3.

3. Печать заголовка.

4. Формирование граничных условий.

4.I. Для вычисления интеграла по СП р 0655: $in[1]$, $in[2]$, $in[3]$, $in[4]$.

4.2. Для решения систем нелинейных уравнений по СП р 0651: $ek[1]$, $ek[2]$, $ek[3]$, $ek[4]$.

4.3. Для отыскания корня функции на конечном отрезке по СП р 1053: $d[2]$, $d[3]$, $d[4]$.

1.4. Для отыскания экстремума функции одной переменной по СП р 0700:

d [5] - начальный шаг ;

d [6] - характеристика точности отыскания точки экстремума ;

d [7] - нижняя граница интервала ;

d [8] - верхняя граница интервала.

5. Формирование граничных условий для вычисления внутреннего интеграла:

inv [3] - начальный шаг ;

inv [4] - абсолютная погрешность вычисления интеграла.

6. Вычисление интеграла от табличной функции $\int_{d_1}^{d_n} f(d_u) \cdot d(d_u)$.

Аргументы и соответствующие им значения этой функции вводят таблицей $F[1:dl]$ для определения нормирующего множителя NM из условия равенства вероятностного интеграла единице.

7. Вычисление нормирующего множителя NM.

8. Формирование левой части первого уравнения системы нелинейных уравнений.

9. Ввод f_i - табличной функции плотности измеряемых размеров в i-й группе.

10. Отыскание первого приближения для M_i из первого уравнения системы, которое засылается в ячейку $x[1]$, при $\delta_i = \delta_н$.

11. Выбор yi 2 нижней границы интервала для расчета интеграла из второго уравнения системы.

12. Отыскание первого приближения для δ_i из второго уравнения системы с найденным первым приближением Mi и засылка в ячейку $x[2]$.

13. Решение системы нелинейных уравнений.

14. Пересчет M_i из первого уравнения системы при использовании значений $Pt[i]$ через определенный интервал времени t при $klp = 1$.

15. Если решение системы не найдено с заданной точностью, то пе-

чатаются результаты, наиболее близкие к корням системы, при этом отмечается, что решение системы не найдено.

16. Если $i \leq n$, то переходят к п.8 на расчет следующей системы нелинейных уравнений.

Программа № 3

```
1 'BEGIN''INTEGER'I,J,N,L,K,K1,DL,KLP;
2 'REAL'СИГМАН,СИГМА,N0,R0,XP,K0,KA0,УI,УI1,УI2,INT,INT1,INT2,
3 XX,FF,DU,ARG;
4 'ARRAУ'FA,TAУ[1:1],X,S,У[1:2],IN[1:4],INУ,ЕН[1:4],B[1:8],
5 АЛЬФА[1:17],A[1:24],S2[1:800];
6 P0042(N,KLP,DL);
7 P1041(N,KLP,DL);
8 'BEGIN''ARRAУ'МН,P1,PT[1:N],F[1:DL];
9 'INTEGER''ARRAУ'NS[1:N];
10 P0042(N0,СИГМАН);
11 P1041(N0,СИГМАН);
12 P0042(F,P1,МН,NS,S2);
13 P1041(F,P1,МН,NS);
14 'IF'KLP=1'THEN''BEGIN'P0042(PT);P1041(PT)'END';
15 P0165(1,'//////ОБРАБОТКА ДАННЫХ,ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ИСПЫТАНИИ КСА
16 СПОСОБОМ С ПОМОЩЬЮ АПД ТИПА II////');
17 P0501 59,11);
18 P0501 (6,5,5,'СИСТЕМА',6,5,24,'М',6,5,35,'СИГМА',11);
19 'IF'KLP=1'THEN'P0501(6,5,46,'МТ',11);
20 IN[1]:=F[1];
21 IN[2]:=F[DL/2];
22 IN[3]:=СИГМАН;IN[4]:=10-3;
23 ЕН[1]:=.005;ЕН[2]:=.001;ЕН[3]:=.5×СИГМАН;ЕН[4]:=.05×СИГМАН;
24 АЛЬФА[2]:=F[DL/2]+5×СИГМАН;АЛЬФА[3]:=.1×СИГМАН;АЛЬФА[4]:=10-5;
25 АЛЬФА[5]:=.1×СИГМАН;АЛЬФА[6]:=10-2;АЛЬФА[7]:=10-7;АЛЬФА[8]:=50×СИГМАН;
26 R0:=0;
27 K1:=DL/2;
28 INУ[3]:=СИГМАН;INУ[4]:=10-3;
29 INT:=P0655(DU,УI,IN[1],K3,K4);
30 'GO TO'MK2;
31 K3:'IF'ABS(DU-F[DL/2])<10-10'THEN'P0671(DU,FA[1],K1,F[1],1,'FALSE'),
32 'ELSE'P0671(DU,FA[1],K1,F[1],1,'TRUE');
33 УI:=FA[1];
34 K4:;
35 MK2:N0:=1/INT;
36 'FOR'I:=5'STEP'1'UNTIL'N'DO'
37 'BEGIN'K:=NS[I];
38 P1[I]:=P1[I]/R0;
39 'BEGIN''ARRAУ'FI[1:K×2];
40 P0042(FI);
41 P1041(FI);
```

```
42 АЛЬФА[1]:=FI[1];
43 P1053(АЛЬФА,S,ТАУ,R3,R4,'TRUE');
44 'GO TO''R;
45 R3:INT:=P0655(DU,УI,IN[1],W1,W2);
46 'GO TO''W;
47 W1:'IF'(DU-F[DL/2])<ю-10'OR'(F[1]-DU)<ю-10'THEN'
48 P0671(DU,FA[1],K1,F[1],1,'FALSE')
49 'ELSE'P0671(DU,FA[1],K1,F[1],1,'TRUE');
50 ARG:=(ГУ-S[1])/СИГМАН;
51 'IF'ARG<3.99'THEN'ARG:=0
52 'ELSE''IF'ARG>3.99'THEN'ARG:=1
53 'ELSE''BEGIN'ARG:=ENTIER(ARG×ю2)/ю2;
54 L:=(ARG+3.99)/0.01+1;
55 ARG:=S2[L]'END';
56 УI:=FA[1]×ARG;
57 W2:;
58 'W:S[2]:=P1[I]-INT×N0;
59 R4:;
60 'R:X[1]:=ТАУ[1];
61 УI2:=X[1]-4×СИГМАН;
62 'IF'УI2<FI[1]'THEN'УI1:=УI2'ELSE'УI1:=FI[1];
63 XX:=.1×СИГМАН;
64 P0700(XX,FF,АЛЬФА[5],R1,R2,'FALSE','FALSE');
65 'GO TO''M;
66 R1:J:=0;XP:=0;INT1:=0;INT2:=0;
67 'FOR'УI2:=УI1'STEP'.5×СИГМАН'UNTIL'F[DL/2]'DO'
68 'BEGIN'INУ[1]:=УI2;INУ[2]:=УI2+.5×СИГМАН;
69 INT:=P0655(DU,УI,INУ[1],LM1,LM2);
70 'GO TO'BB1;
71 LM1:'IF'(DU-INУ[2])<ю-10'OR'(INУ[1]-DU)<ю-10
72 'THEN'P0671(DU,FA[1],K1,F[1],1,'FALSE')
73 'ELSE'P0671(DU,FA[1],K1,F[1],1,'TRUE');
74 'IF'XX<ю-4'THEN'
75 'BEGIN''IF'DU<X[1]'THEN'
76 'BEGIN'ARG:=0;'GO TO''Y'END'
77 'ELSE''BEGIN'ARG:=1;'GO TO''Y'END''END';
78 ARG:=(DU-X[1])/XX;
79 'IF'ARG<-3.99'THEN'ARG:=0
80 'ELSE''IF'ARG>3.99'THEN'ARG:=1
81 'ELSE''BEGIN'ARG:=ENTIER(ARG×ю2)/ю2;
82 L:=(ARG+3.99)/0.01+1;
```

```
83 ARG:=S2[L]'END';
84 'Y:
85 YI:=FA[1]×ARG;
86 LM2:;
87 BB1:K0:=INT;INT1:=INT1+INT;
88 INT:=P0655(DU,YI,INV[1],C3,C4);
89 'GO TO'K;
90 C3:'IF'(DU-INV[2])<0-10'OR'(INV[1]-DU)<0-10
91 'THEN'P0671(DU,FA[1],K,FI[1],1,'FALSE')
92 'ELSE'P0671(DU.FA[1],K,FI[1],1,'TRUE');
93 YI:=FA[1];
94 C4:;
95 'K:
96 INT2:=INT2+INT;KA0:=INT;
97 XP:=XP+(INT1-INT2)12;
98 'IF'(DU-.5×СИГМАН-МН[I]-4×СИГМАН)>0'THEN'
99 'BEGIN'
100 'IF'(K0-KA0)<0-10'THEN''BEGIN'J:=J+1;
101 'IF'J=10'THEN''GO TO'G'END'
102 'ELSE'J:=0;
103 'END';
104 'END';
105 G:
106 FF:=N0×N0×XP;
107 R2:;
108 'M:X[2]:=XX;
109 KS:
110 S[1]:=S[2]:=СИГМА:=ТАУ[1]:=20;
111 P0651(2,EH[1],A[1],X[1],Y[1],B[1],P,Q);
112 'GO TO'LAB;'GO TO'LABEL;
113 P:
114 INT:=P0655(DU,YI,IN[1],N1,N2);
115 'GO TO'MK;
116 N1:'IF'ABS(DU-F[DL/2])<0-10'THEN'P0671(DU,FA[1],K1,F[1],1,'FALSE')
117 'ELSE'P0671(DU,FA[1],K1,F[1],1,'TRUE');
118 'IF'X[2]'НЕ БОЛЬШЕ'0-4'THEN'
119 'BEGIN'
120 'IF'DU<X[1]'THEN'
121 'BEGIN'ARG:=0;'GO TO''P'END'
122 'ELSE''BEGIN'ARG:=1;'GO TO''P'END';
```

```
123 'END';
124 ARG:=(DU-X[1])/X[2];
125 'IF'ARG<-3.99'THEN'ARG:=0
126 'ELSE''IF'ARG>3.99'THEN'ARG:=1
127 'ELSE''BEGIN'ARG:=ENTIER(ARG×ю2)/ю2;
128 L:=(ARG+3.99)/0.01+1;ARG:=S2[L]'END';
129 'P:
130 УI:=FA[1]×ARG;
131 N2:;
132 МК:У[1]:=P1[I]-INT×N0;
133 'IF'УI2<FI[1]'THEN'УI1:=УI2'ELSE'УI1:=FI[1];
134 J:=0;XP:=0;INT1:=0;INT2:=0;
135 'FOR'УI2:=УI1'STEP'.5×СИГМАН'UNTIL'F[DL/2]'DO'
136 'BEGIN'INV[1]:=УI2;INV[2]:=УI2+.5×СИГМАН;
137 INT:=P0655(DU,УI,INV[1],B1,B2);
138 'GO TO''C;
139 B1:'IF'(DU-INV[2])<ю-10'OR'(INV[1]-DU)<ю-10
140 'THEN'P0671(DU,FA[1],K1,F[1],1,'FALSE')
141 'ELSE'P0671(DU,FA[1],K1,F[1],1,'TRUE');
142 'IF'X[2]<ю-4'THEN'
143 'BEGIN''IF'DU<X[1]'THEN'
144 'BEGIN'ARG:=0;'GO TO'AA'END'
145 'ELSE''BEGIN'ARG:=1;'GO TO'AA'END'
146 'END';
147 ARG:=(DU-X[1])/X[2];
148 'IF'ARG<-3.99'THEN'ARG:=0
149 'ELSE''IF'ARG>3.99'THEN'ARG:=1
150 'ELSE''BEGIN'ARG:=ENTIER(ARG×ю2)/ю2;
151 L:=(ARG+3.99)/0.01+1;ARG:=S2[L]'END';
152 AA:
153 УI:=FA[1]×ARG;
154 B2:;
155 'C:K0:=INT;INT1:=INT1+INT;
156 INT:=P0655(DU,УI,INV[1],B3,B4);
157 'GO TO''C1;
158 B3:'IF'(DU-INV[2])<ю-10'OR'(INV[1]-DU)<ю-10
159 'THEN'P0671(DU,FA[1],K,FI[1],1,'FALSE')
160 'ELSE'P0671(DU,FA[1],K,FI[1],1,'TRUE');
161 УI:=FA[1];
162 B4:;
```

```
163 'C1:
164 INT2:=INT2+INT;KA0:=INT;
165 XP:=XP+(INT1-INT2)↑2;
166 'IF'DU+.5×СИГМАН-МН[I]-4×СИГМАН)>0'THEN'
167 'BEGIN'
168 'IF'(K0-KA0)<ю-10'THEN''BEGIN'J:=J+1;
169 'IF'J=10'THEN''GO TO'KL'END''ELSE'J:=0'END';
170 'END';
171 KL:У[2]:=N0×N0×XP;
172 'IF'У[1]<0'THEN'У[1]:=-У[1];'IF'У[2]<0'THEN'У[2]:=-У[2],
173 'IF'У[1]<СИГМА'AND'У[2]<ТАУ[1]'THEN''BEGIN'
174 S[1]:=X[1];S[2]:=X[2];
175 СИГМА:=У[1];ТАУ[1]:=У[2]'END'
716 'ELSE''BEGIN''IF'У[1]<СИГМА'AND'У[2]>ТАУ[1]
177 'OR'У[1]>СИГМА'AND'У[2]<ТАУ[1]
178 'THEN''BEGIN''IF'(СИГМА-У[1])>(ТАУ[1]-У[2])'OR'
179 (СИГМА-У[1])<(У[2]-ТАУ[1])
180 'THEN''BEGIN'S[1]:=X[1];S[2]:=X[2];
181 СИГМА:=У[1];ТАУ[1]:=У[2]
182 'END'
183 'END''END';
184 Q:;
185 LAB:P0165(1,'//////РЕШЕНИЕ СИСТЕМЫ НЕ НАЙДЕНО//');
186 P1041(I,X,У,ЕН);
187 X[1]:=S[1];X[2]:=S[2];
188 LABEL:
189 'IF'X[2]<0'THEN'X[2]:=-X[2];
190 P0501(2,6+I,10,I,0,3,2,6+I,24,X[1],3,7,2,6+I,38,X[2],3,4,11);
191 'IF'KLP=1'THEN'
192 'BEGIN'СИГМА:=X[2];
193 P1053(АЛЬФА,S,ТАУ,R33,R44,'TRUE');
194 'GO TO''RR;
195 R33:INT:=P0655(DU,УI,IN[1],W11,W22);
196 'GO TO''WW;
197 W11:'IF'(DU-F[DL/2])<ю-10'OR'(F[1]-DU)<ю-10'THEN'
198 P0671(DU,FA[1],K1,F[1],1,'FALSE');
199 'ELSE'P0671(DU,FA[1],K1,F[1],1,'TRUE')
200 ARG:=(DU-S[1])/СИГМА;
201'IF'ARG<-3.99'THEN'ARG:=0
202 'ELSE''IF'ARG>3.99'THEN'ARG:=1
203 'ELSE''BEGIN'ARG:=ENTIER(ARG×ю2)/ю2;
```

```
204 L:=(ARG+3.99)/0.01+1;
205 ARG:=S2[L]'END';
206 YI:=PA[1]×ARG;
207 W22:;
208 'WW:S[2]:=PT[I]-INT×N0;
209 R44:;
210 'RR:X[1]:=TAY[1];
211 P0501(2,6+I,52,X[1],3,7,11);
212 'END';
213 'END''END';
214 P0501(10,7+N,11);
215 'END''END';
```

```
      7,0          0,0          84,0
   2331,0        0,1

 5,5     8,7     11,9        0,00514     0,04419     0,00257
 5,7     8,9     12,2        0,00815     0,05062     0,00043
 5,9     9,1     12,3        0,00086     0,04633     0,01158
 6,1     9,3     12,5        0,01244     0,04633     0,0
 6,3     9,5     12,7        0,00944     0,06049
 6,5     9,7     12,9        0,01287     0,05148
 6,7     9,9     13,1        0,01716     0,04633
 6,9    10,1     13,3        0,01544     0,04848
 7,1    10,3     13,5        0,0163      0,05019
 7,3    10,5     13,7        0,01802     0,04547
 7,5    10,7      0,0        0,02359     0,03646
 7,7    10,9      0,00601    0,02359     0,03689
 7,9    1111      0,00214    0,03689     0,02531
 8,1    11,3      0,00043    0,03132     0,02359
 8,3    11,5      0,00172    0,04247     0,02231
 8,5    11,7      0,00429    0,04504     0,01158
```

```
    2299,0      6,8      39,0
    2202,0      7,7      34,0
    2022,0      8,6      31,0
    1711,0      9,5      26,0
    1186,0     10,4      21,0
     588,0     11,3      17,0
     158,0     12,2      12,0

    ОБРАБОТКА ДАННЫХ,ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ИСПЫТАНИИ КСА  СПОСОБОМ
    С ПОМОЩЬЮ АПД ТИПА II
 9,7   10,9   12,1   13,3      0,01459   0,04972   0,02231
 9,9   11,1   12,3   13,5      0,02874   0,04547   0,01158
10,1   11,3   12,5   13,7      0,05105   0,03646   0,00257
10,3   11,5   12,7    0,0      0,04719   0,03689   0,00043
10,5   11,7   12,9    0,00086  0,04633   0,02531   0,01158
10,7   11,9   13,1    0,006    0,04805   0,02359   0,0

       РЕШЕНИЕ СИСТЕМЫ НЕ НАЙДЕНО
5,0    10,4149       0,02378    0,00007812
        0,58829      0,005889   0,001
                                0,05
                                0,005

10,5   11,5   12,5   13,5       0,00386   0,03517   0,00257
10,7   11,7   12,7   13,7       0,01458   0,02531   0,00043
10,9   11,9   12,9    0,0       0,02916   0,02359   0,01158
11,1   12,1   13,1    0,00043   0,0356    0,02188   0,0
11,3   12,3   13,3    0,00343   0,03302   0,01158

11,5   12,3   13,1    0,0       0,00901   0,00172
11,7   12,5   13,3    0,00043   0,01158   0,0
11,9   12,7   13,5    0,00215   0,01673   0,01158
12,1   12,9   13,7    0,00515   0,00943   0,0

       РЕШЕНИЕ СИСТЕМЫ НЕ НАЙДЕНО
    7,0   12,4273    0,01212     -0,000625
          -0,4199    0,0020028    0,0009999
                                  0,05
                                  0,005
```

СИСТЕМА	М	СИГМА
5	10,443	0,546
6	11,440	0,227
7	12,319	0,046

Приложение 9

Справочное

ОБЪЯСНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ТЕРМИНОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В НАСТОЯЩЕЙ МЕТОДИКЕ

Контрольно-сортировочный автомат - техническое средство, включающее средство автоматического контроля, имеющее нормированные метрологические характеристики и сортировочное устройство.

Интервал сортировки - интервал размеров, лежащий между двумя соседними уровнями настройки средства контроля.

Погрешность границ интервалов сортировки - разность между номинальным и действительным значениями уровня настройки средства контроля.

Погрешность срабатывания - разность между уровнем настройки и контролируемым размером при ошибочном контроле.

Разноразмерность деталей в сортировочной группе - разность между наибольшим и наименьшим размером деталей в сортировочной группе.

Смещение границ интервалов сортировки - изменение значений границ интервалов сортировки во времени.

Аттестованная партия деталей - партия деталей, у которой аттестована функция распределения измеряемых размеров. АПД типа I - - партия деталей, у которой измеряемые размеры распределены по нормальному закону ; АПД типа II - по любому другому закону.

МЕТОДИКА

определения метрологических характеристик

контрольно-сортировочных автоматов

МИ 126-77

Редактор С.Я.Рыско

Т-19873 Подп. в печ. 13.12.77 Ф-т изд. 60х90 1/16

2,75 печ. л. 1,8 уч.-изд. л. Тир. 2000

Изд. № 5335/4 Цена 10 коп.

Ордена "Знак Почета" Издательство стандартов, Москва, Д-557, Новопресненский пер., 3.

Тип. "Московский печатник". Москва, Лялин пер., 6. Зак. 6735

gost.e-ecolog.ru