Компьютерное управление качеством сложных технических систем

Яков Михайлович Радкевич, заведующий кафедрой «Технологии машиностроения и ремонта горных машин»,

Михаил Сергеевич Островский, профессор кафедры «Технологии машиностроения и ремонта горных машин», (Московский государственный горный университет),

Владимир Анатольевич Тимирязев, профессор кафедры «Технология машиностроения», Лауреат Ленинской премии, (Мосстанкин)

(095)-236-94-40, Москва, Ленинский пр.,6

Московский государственный горный университет

Производство изделий в зависимости от продолжительности выпуска одной модели

Продолжительность выпуска, лет	Количество моделей, штук	Количество выпущенных изделий, шт	% от общего количества выпущенных изделий
1	71	25516	100
2	51	25432	99.67
3	45	25221	98.84
…			
15	7	14468	56.7
…			
20	3	4461	17.48

Сроки создания изделий (1-й тип)

Модель изделия	Длительность создания, лет						Повторение этапов	
	Общая	Опытный образец	Опытная партия	Установочная серия	На заводе	На производстве	Опытный образец	Опытная партия
1	4.5	3	2.25	1	2.75	3	1	-
2	6.0	3	2	1	2.25	2.25	-	-
3	11.0	6.5	3	2.5	5.5	3	2	1
4	8.75	3.5	4	1.75	3.25	2.75	-	-
5	3.5	1.75	1.5	0.75	2	1.5	-	-
…								
14	8.5	3.25	4.75	1	4.5	3	-	1
15	5.75	3.75	1.75	0.75	2.25	1.75	-	-
Средний срок	7.12	3.8	3.38	1.21	3.12	2.6		
Коэффициент вариации, %	41.7	58.4	63.9	40.9	44.6	37.9		

Сроки создания изделий (2-й тип)

Модель изделия	Длительность создания, лет						Повторение этапов	
	Общая	Опытный образец	Опытная партия	Установочная серия	На заводе	На производстве	Опытный образец	Опытная партия
1	8	6	1.75	1	3.5	3	1	-
2	14.75	5.25	9.5	-	4.3	3.5	3	-
3	4	2	1.5	1	2.25	1.75	-	1
4	10	3.25	6.75	1.75	5.5	5.75	1	3
5	8	4.25	2.5	1.0	4	2	1	-
…								
17	7	1.5	3.75	2.5	4	2	-	1
18	6	2.75	2.5	0.75	3	1	-	-
Средний срок	8.31	4.2	4.09	1.7	3.99	2.41		
Коэффициент вариации, %	39.0	45.5	62.8	43.1	36.4	56.1		

Модель комплекса функциональных процессов механизации производства

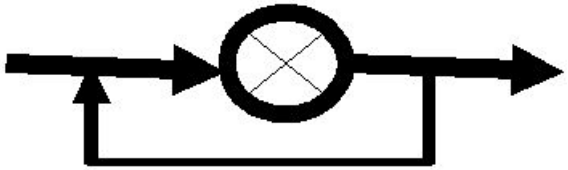
Модель комплекса функциональных процессов механизации производства

Продолжительность жизненного цикла

- Тжц=Тпр+Ти+Тэ
- Тпр - продолжительность процессов проектирования изделий данного функционального назначения;
- Ти - продолжительность процессов изготовления;
- Тэ – продолжительность эксплуатации.
- Период упреждения при проектировании должен быть не менее общего срока создания изделия (Тпр), периода серийного выпуска (Тсп) и срока службы последнего выпущенного изделия (Тэп), т.е
- L>Тп+Тсп+Тэп
- Значение L достигает 15 – 20 лет

Термин «Управление…»

- Под управлением качества понимаются действия, осуществляемые при создании и эксплуатации или потреблении продукции в целях установления, обеспечения и поддержания необходимого уровня ее качества.
- Совокупность управляющих органов и объектов управления, взаимодействующих с помощью материальных, энергетических и информационных средств при управлении качеством продукции, составляет систему управления качеством (на соответствующем иерархическом уровне).



Качество изделия

- Следует различать:
  - Качество проекта изделия;
  - Качество изготовления изделия;
  - Качество технологического процесса (процессов) изготовления изделия;
  - Качество эксплуатации изделия.

- Методы оценки и управления качеством зависят от иерархического уровня и характеризуются высокой размерностью входных и выходных переменных, сложной неявной связью между переменными на входе и выходе, большой неопределенностью по отношению к внешней среде, нелинейностью, стохастичностью процессов и т.п.
- Необходимость использования прогнозирования для определения требуемого уровня качества исключает возможность использования экспертных методов оценки
- Нами разработаны аналитические методы оценки многопараметрических объектов на различных иерархических уровнях

Оценка качества изделия на этапе проектирования (качество проекта)

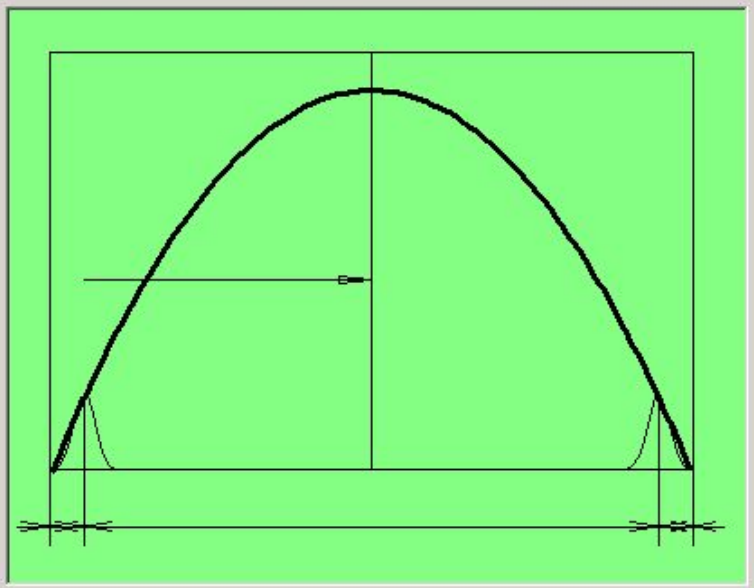
- Каждое изделие предназначено для выполнения определенной функции. Численное выражение этой функции представляет собой конечный результат функционирования (КРФ).
- Для достижения необходимого КРФ требуется затратить определенные ресурсы (материальные, энергетические, информационные).
- Чем меньше тратится ресурсов j-го типа на достижение единицы КРФ, тем более совершенно изделие по данному показателю.
- Такая гипотеза позволила разработать аналитический метод оценки качества изделий на этапе проектирования.

Оценка качества изготовления деталей

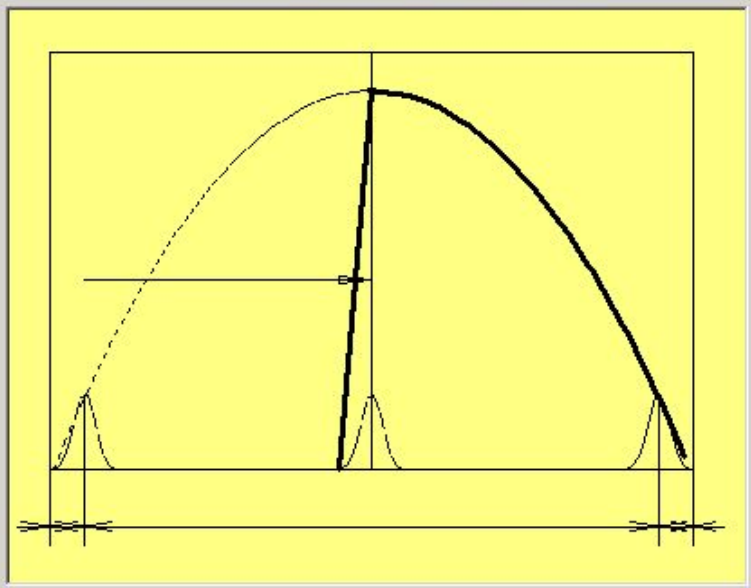
- К каждой детали конструктор предъявляет огромное количество разнообразных требований, выполнение которых (с его точки зрения) обеспечивает необходимое качество функционирования изделия
- Под качество изготовления мы понимаем степень приближения действительных значений параметров, параметрам, установленных конструктором (проставленным на чертеже)
- Существует всего три вида задания ограничений на параметры детали:
  - Показатель должен находится в заданных пределах Pmin…Pmax, т. е. его действительное значение должно находится в этих пределах;
  - Показатель должен быть равен или меньше некоторого максимального значения – P<=Pmax.(Параметр задан в виде «не более…» - вторая группа показателей);
  - Показатель должен быть больше некоторого минимального значения P>=Pmin. (Параметр задан в виде «не менее…» (третья группа показателей).

Виды звдвний ограничений на показатели качества и формулы для определения качества

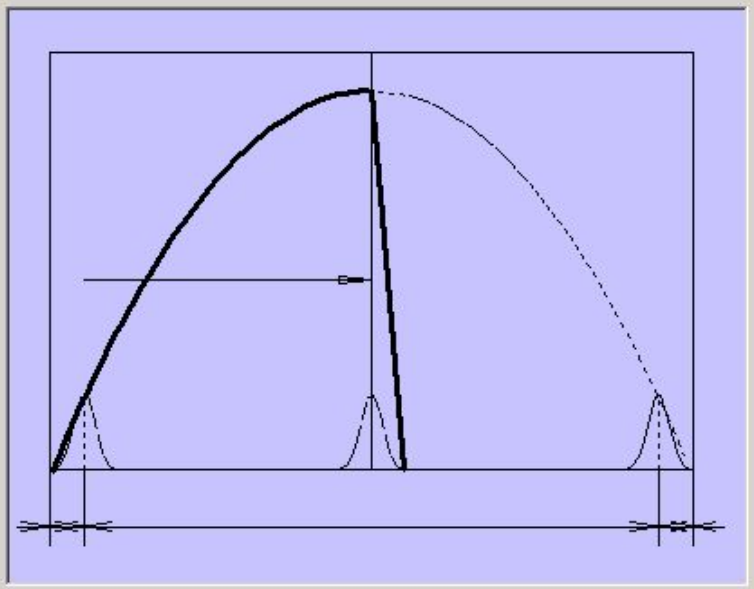
Заданы предельные значения показателя



Значение параметра задано в виде "не более..."



Значение параметра задано в виде "не менее..."



$$k_i = 1 - \frac{(P_i - \overline{P})^2}{(0.5\,ITP + \Delta)^2}$$

$$k_i = 1 - \frac{(P_i - P_{\min})^2}{(ITP + \Delta)^2}$$

$$k_i = 1 - \frac{(P_{max} - P_i)^2}{(ITP + \Delta)^2}$$

Вычислить

Исходные данные и результаты определения ожидаемого уровня качества

О программе Справка

Измените количество моделируемых изделий и количество методов обеспечения качества и нажмите клавишу Ввести файл исходных

Количество моделируемых изделий: 100

Количество методов обеспечения качества: 1

☐ Результаты расчета передать в электронные таблицы Excel

Примечание: 1 - нормальный закон, 2 - закон Симпсона, 3 -равномерный закон распределения

Ввести файл исходных данных

Введенные исходные данные

парам	3	4	5	6	7
Pmin(i)	1,000	59,000	0,020	99,130	20,0
Pmax(i)	1,300	61,000	0,040	100,000	40,0
Pcp(i)	1,150	60,000	0,030	99,565	30,0
ITP(i)	0,300	2,000	0,020	0,870	20,0

Результаты моделирования показателей качества

№	P(i, 3)	P(i, 4)	P(i, 5)	P(i, 6)	P(i, 7)
94	1,093	60,580	0,031	99,557	32,
95	1,238	59,776	0,033	99,589	31,
96	1,131	59,707	0,029	99,760	31,
97	1,185	59,923	0,025	99,527	33,
98	1,295	59,611	0,032	99,456	28,
99	1,117	59,866	0,027	99,539	28,
100	1,123	60,776	0,038	99,661	30,
Pcp	1,141	59,964	0,030	99,566	29,
Sp	0,085	0,416	0,003	0,143	3,

Ожидаемые значения уровней качества

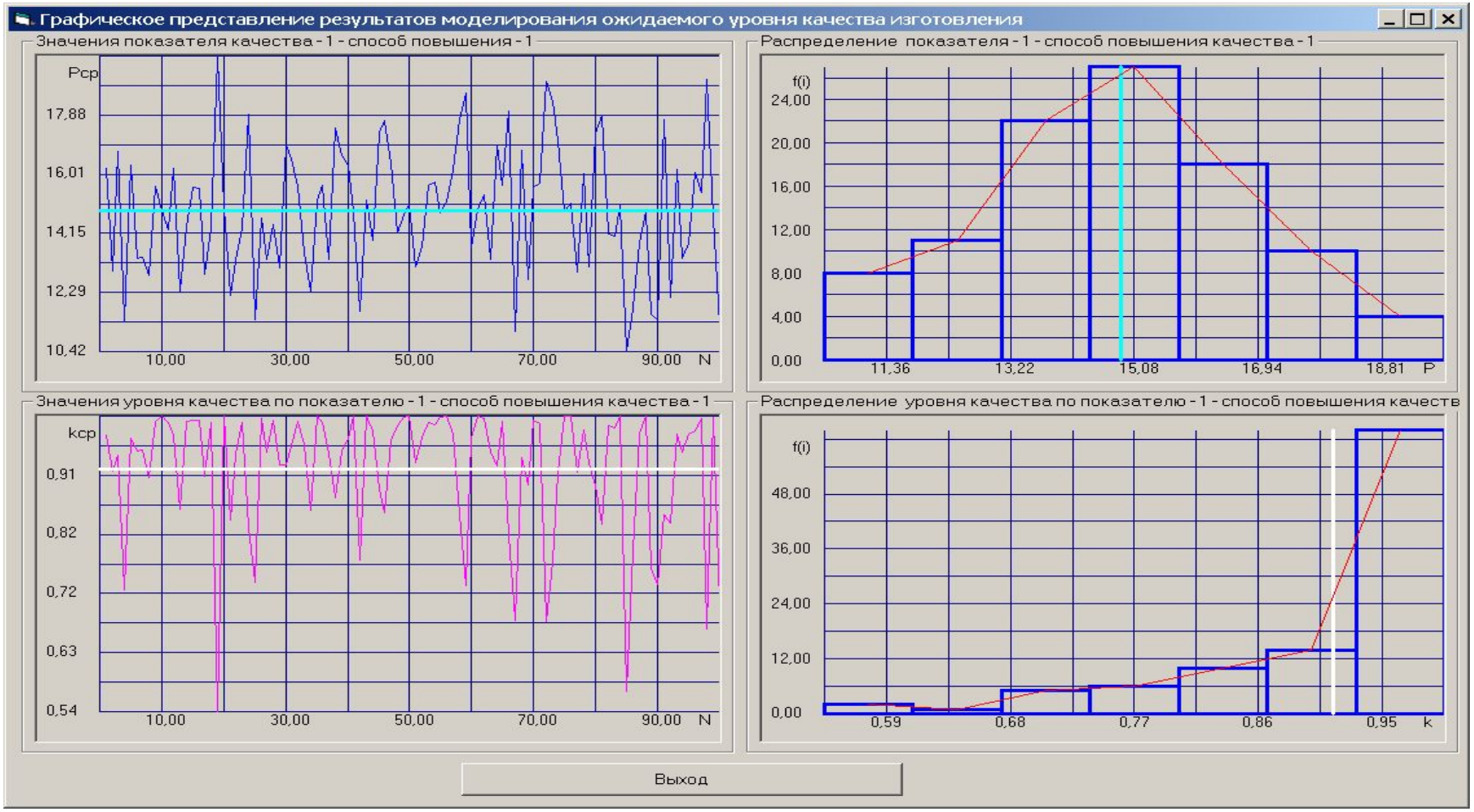
№	k(i, 5)	k(i, 6)	k(i, 7)	K(i)
86	0,988	0,809	0,242	0,701
87	0,964	0,735	0,839	0,904
88	0,902	0,616	0,757	0,778
89	0,793	0,760	0,569	0,712
90	0,986	0,799	0,874	0,840
91	0,894	0,894	0,669	0,676
92	0,947	0,836	0,651	0,791
93	0,974	0,820	0,828	0,835
94	0,991	0,765	0,661	0,865
95	0,952	0,798	0,700	0,760
96	0,993	0,931	0,697	0,819
97	0,867	0,732	0,578	0,755
98	0,977	0,645	0,840	0,563
99	0,963	0,745	0,833	0,856
100	0,659	0,862	0,755	0,767
kcp	0,947	0,750	0,742	0,770
Sk	0,071	0,147	0,179	0,090

Для графического просмотра введите номер способа повышения качества и номер исследуемого показателя

Способ повышения качества изготовления: 1

Номер исследуемого показателя качества: 1

Посмотреть графическое представление рассеивания параметров и качества изготовления


Графическое представление результатов моделирования ожидаемого уровня качества изготовления
Значения показателя качества - 1 - способ повышения - 1
Pcp
17,88
16,01
14,15
12,29
10,42
10,00
30,00
50,00
70,00
90,00
N
Распределение показателя - 1 - способ повышения качества - 1
f(i)
24,00
20,00
16,00
12,00
8,00
4,00
0,00
11,36
13,22
15,08
16,94
18,81
P
Значения уровня качества по показателю - 1 - способ повышения качества - 1
kcp
0,91
0,82
0,72
0,63
0,54
10,00
30,00
50,00
70,00
90,00
N
Распределение уровня качества по показателю - 1 - способ повышения качеств
f(i)
48,00
36,00
24,00
12,00
0,00
0,59
0,68
0,77
0,86
0,95
k
Выход

Средние и средние значения и средние квадратичные отклонения

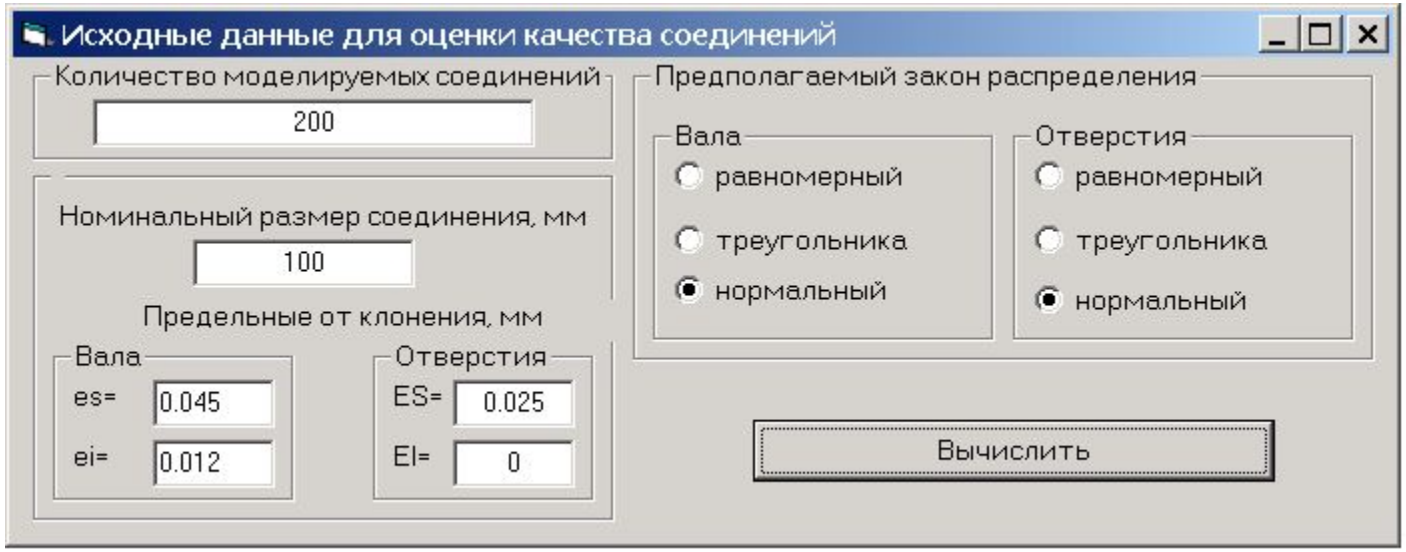
Средние и средние значения показателей и их средние квадратичные отклонения

№	P(i, 1)	P(i, 2)	P(i, 3)	P(i, 4)	P(i, 5)	P(i, 6)	P(i, 7)
Pcp	14,879	65,690	1,141	59,964	0,030	99,566	29,983
Sp	2,015	0,053	0,085	0,416	0,003	0,143	3,794

Средние и средние значения уровней качества их средние квадратичные отклонения

№	k(i, 1)	k(i, 2)	k(i, 3)	k(i, 4)	k(i, 5)	k(i, 6)	k(i, 7)	K(i)
kcp	0,918	0,775	0,728	0,718	0,947	0,750	0,742	0,770
Sk	0,101	0,143	0,268	0,193	0,071	0,147	0,179	0,090

Выход


Исходные данные для оценки качества соединений
Количество моделируемых соединений
200
Номинальный размер соединения, мм
100
Предельные от клонения, мм
Вала
es=
0.045
ei=
0.012
Отверстия
ES=
0.025
EI=
0
Предполагаемый закон распределения
Вала
равномерный
треугольника
нормальный
Отверстия
равномерный
треугольника
нормальный
Вычислить

Результаты моделирования и параметры соединений (до 3-х групп)

1-я группа

№	b(i)	a(i)	s(i)	n(i)
23	100,019	100,008		0,011
24	100,016	100,007		0,009
25	100,021	100,007		0,014
26	100,023	100,008		0,015
27	100,019	100,007		0,012
28	100,020	100,005		0,015
29	100,021	100,005		0,016
30	100,023	100,007		0,016
31	100,015	100,007		0,008
32		100,006		
33		100,008		

2-я групп

№	b(i)	a(i)	s(i)	n(i)
125	100,024	100,012		0,012
126	100,034	100,011		0,022
127	100,028	100,015		0,013
128	100,024	100,015		0,009
129	100,025	100,014		0,011
130	100,031	100,009		0,022
131	100,028	100,011		0,017
132	100,030	100,011		0,020
133	100,033	100,010		0,023
134				

3-я группа

№	b(i)	a(i)	s(i)	n(i)
25	100,026	100,011		0,015
26	100,024	100,012		0,012
27	100,028	100,011		0,017
28	100,031	100,012		0,019
29	100,032	100,009		0,023
30	100,030	100,015		0,015
31	100,030	100,010		0,020
32	100,028	100,014		0,014
33	100,024	100,014		0,010
34	100,027	100,016		0,011
35	100,029	100,013		0,016
36	100,026	100,010		0,016
37	100,028	100,012		0,016

1-я группа

Количество валов	31
Количество отверстий	33
Незавершенка	2
Количество соединений с зазором	0
Количество соединений с натягом	31

2-я группа

Количество валов	133
Количество отверстий	133
Незавершенка	0
Количество соединений с зазором	0
Количество соединений с натягом	133

3-я группа

Количество валов	36
Количество отверстий	34
Незавершенка	2
Количество соединений с зазором	0
Количество соединений с натягом	37

Качество соденинений при сортировке до 3-х групп

1-я группа

№	kb(i)	ka(i)	kab(i)	K(i)
23	0,990	0,916	0,952	0,724
24	0,962	0,942	0,952	0,687
25	0,998	0,931	0,964	0,763
26	1,000	0,914	0,956	0,776
27	0,986	0,934	0,959	0,726
28	0,993	0,965	0,979	0,776
29	0,997	0,964	0,980	0,791
30	1,000	0,939	0,969	0,792
31	0,949	0,941	0,945	0,666
Ср.зн	0,991	0,935	0,962	0,751
СКО	0,019	0,018	0,011	0,039

2-я группа

№	kb(i)	ka(i)	kab(i)	K(i)
125	0,928	0,979	0,953	0,731
126	1,000	0,988	0,994	0,875
127	0,971	0,941	0,956	0,745
128	0,922	0,948	0,935	0,687
129	0,939	0,954	0,947	0,713
130	0,991	1,000	0,995	0,865
131	0,970	0,989	0,980	0,801
132	0,990	0,992	0,991	0,842
133	0,999	0,995	0,997	0,876
Ср.зн	0,967	0,969	0,968	0,781
СКО	0,026	0,025	0,018	0,052

3-я группа

№	kb(i)	ka(i)	kab(i)	K(i)
26	0,970	0,932	0,951	0,776
27	0,935	1,000	0,967	0,833
28	0,958	1,000	0,979	0,856
29	0,914	0,875	0,894	0,663
30	0,954	0,987	0,970	0,813
31	0,999	0,999	0,999	0,916
32	0,971	1,000	0,985	0,867
33	0,973	0,996	0,984	0,853
34	0,953	0,994	0,973	0,825
Ср.зн	0,947	0,986	0,967	0,819
СКО	0,050	0,050	0,036	0,104