

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КЛАССИФИКАТОРОВ ОК 020, 021, 022-95 ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ И СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ

В.В. Мартишкин, С.А. Зайцев, Ю.А. Сепесева

В работе использована методическая основа общероссийских классификаторов ОК 020-95, ОК 021-95 и ОК 022-95 для определения обобщенного показателя качества деталей. Разработан алгоритм, с помощью которого одновременно с нахождением обобщенного показателя качества деталей определяют вероятности выхода годных деталей и количество сигм в допуске на параметр, как важного критерия показателя технологического качества. С помощью разработанного алгоритма при разработке новой или модернизируемой техники, возможно значительно снизить количество корректировок конструкторской и технологической документации, необходимость в которых возникает по результатам испытаний опытных образцов.

Ключевые слова: качество детали, общероссийский классификатор, технологический код детали, показатель качества, код классификатора.

USE OF CLASSIFIERS OK 020, 021, 022-95 FOR IMPROVING PARTS AND ASSEMBLY UNITS

V. Martishkin, S. Zaytsev, Yu. Sepeseva

The study used the methodological framework of all-Russian codes 020-95 OK, OK and OK 021-95 022-95 to determine the generalized indicator of the quality of the parts. An algorithm is developed by which simultaneously with the definition of a generalized indicator of the quality of parts determine the probability of the yield of suitable and the number of Sigma in the tolerance parameter as an important criterion for the indicator of technological quality. With the help of the developed algorithm in the development of new or modernized equipment, it is possible to significantly reduce the number of adjustments to the CD and so on, the need for which arises from the results of testing of prototypes.

Keywords: quality of the part, the Russian national classification, technological code, the quality indicator code classifier.

Введение

Все детали классифицированы по видам, типам и технологическим методам изготовления в классификаторах деталей и сборочных единиц ОК 020-95, ОК 021-95 и ОК 022-95 [1–3]. Эти классификаторы входят в состав единой системы классификации и кодирования технико-экономической и социальной информации (ЕСКК) Российской Федерации. Классификаторы охватывают детали и сборочные единицы всех отраслей промышленности основного и вспомогательного производств. Они являются логическим продолжением и дополнением классов деталей Классификатора ЕСКД.

Иерархия кодов деталей и сборочных единиц в классификаторах основана на дедуктивном делении классифицируемого множества на подмножества (от общего к частному) и по подчиненным (соподчиненным) признакам. Этим достигается конкретизация признаков деталей и сборочных единиц. Система буквенно-цифрового кодирования, использованная в классификаторах, предназначена для ввода буквенно-цифрового кода разрабатываемых деталей и сборочных единиц в персональные компьютеры (ПК), существовавшие в 1995–2000 гг. По введенным буквенно-цифровым кодам ПК определял необходимые технологические про-

цессы и технологическое оборудование для изготовления деталей или сборочных единиц, получивших соответствующие коды.

В настоящее время конструкторская документация создается в системе CAD-программ – система конструкторского проектирования, а технологическая в системе САМ-программ – система проектирования технологических процессов и технологической подготовки производства. Эти системы автоматически определяют необходимые технологии и оборудование для разрабатываемых деталей. Поэтому классификаторы ОК 020-95, ОК 021-95 и ОК 022-95, действующие в настоящее время, используются для определения конструкторско-технологического кода деталей или сборочных единиц, которые несут в себе информацию о характеристиках и параметрах деталей. Эта информация является основой для определения обобщенно-

го качества деталей и сборочных единиц современными квалитетическими методами.

Цель настоящей работы – определение ожидаемого уровня качества деталей и сборочных единиц и назначение управляющих инженерно-технических мероприятий для их совершенствования.

Принципы преобразования буквенно-цифровых кодов классификаторов в количественные значения параметров

В классификаторах ОК 020-95, ОК 021-95 и ОК 022-95 каждый признак детали (например, квалитет) имеет свою иерархию значений и имеет свой определенный код.

В таблицах 1 и 2 описаны признаки «Квалитет» и «Вид дополнительной обработки», представленные в классификаторе ОК 021-95.

Таблица 1

Признак «Квалитет», ОК 021-95

Технологическая классификация деталей, изготавливаемых резанием	Раздел
	4
Квалитет	Номер признака
	2
Код	Квалитет
1	17, 16, 15, 14
2	13, 12
3	11, 10, 9
4	8, 7, 6, 5
5	4, 3, 2
6	1, 0, 01

Таблица 2

Признак «Вид дополнительной обработки», ОК 021-95

Технологическая классификация деталей, обрабатываемых резанием				Раздел 4
Вид дополнительной обработки				Номер признака 5
Код	Термическая обработка			Покрытие
0	Без термической обработки			Без покрытия
1				С покрытием
2	С термической обработкой до или между операциями обработки резанием	HRC	до 38	Без покрытия
3				С покрытием
4			38...52	Без покрытия
5				С покрытием
6			св. 52	Без покрытия
7				С покрытием
8				Без покрытия
9				С покрытием

Как видно из табл. 1, изменение значений признака «кавалитет» от кода 1 до кода 6 происходит по принципу усложнения параметра. Усложнение параметра (повышение точности размеров) связано с удорожанием деталей по причине высокой стоимости и сложности достижения точных квалитетов, что сопровождается усложнением технологических процессов и соответственно снижением вероятности выхода годных деталей. Таким образом, в данном случае, чем выше точность детали (чем меньше номер квалитета), тем меньше вероятность выхода годных деталей.

В табл. 2 иерархия параметров признака «Вид дополнительной обработки» другая – изменение значений параметров признака «Вид дополнительной обработки» от кода 1 до кода 9 происходит по принципу повышения качества детали вследствие применения различных методов термической обработки и покрытий. В этом случае, чем выше номер кода, тем выше механические свойства деталей – предел прочности, текучести, повышение коррозионной стойкости и пр.

Приведем принципы преобразования кодов классификаторов ОК 020-95, ОК 021-95, ОК 022-95 в коды вероятностных категорий, которые сохраняют место в иерархии параметров классификаторов.

1. Значения кодов для соответствующих параметров деталей в классификаторах ОК 020-95, ОК 021-95, ОК 022-95 расположены в виде вертикальной последовательности кодов от кода 1 до кода n . Причем эти последовательности составлены по двум принципам:

Принцип А: значения параметров от кода 1 до кода n расположены по принципу ухудшения значений параметров в смысле технологичности, т.е. код 1 отражает наилучшую технологичность детали в данной совокупности параметров (наименьшая себестоимость обработки), и соответственно код n – наихудшую технологичность детали в данной совокупности параметров (наименьшая себестоимость обработки).

Принцип Б: значения параметров от кода 1 до кода n расположены по принципу улучшения значений параметров в смысле технологичности, т.е. код 1 отражает наихудшую технологичность детали в данной совокупности параметров (наибольшая себестоимость обработки), и соответственно код n – наилучшую технологичность детали в данной совокупности

параметров (наименьшая себестоимость обработки).

В табл. 3 и 4 даны примеры параметров, составленных по этим принципам.

2. В классификаторах номера кодов, расположенных по принципу А, представляют собой значимость параметров деталей относительно всей совокупности параметров, выраженных в виде нормированных коэффициентов весо-
стей β_i :

$$\beta_i = \frac{k_i}{\sum k_i},$$

где k_i – номер кода параметра детали определенного признака в классификаторах ОК 020-95, ОК 021-95, ОК 022-95; $\sum k_i$ – арифметическая сумма кодов параметров определенного признака классификаторов ОК 020-95, ОК 021-95, ОК 022-95; $i = 1-n$.

Пример. При кодах от $k_1 = 1$ до $k_6 = 6$ $\sum r_i = 21$, нормированные коэффициенты весо-
стей располагаются в следующем порядке:

$$\begin{aligned}\beta_1 &= \frac{1}{21} = 0,047, \\ \beta_1 &= \frac{2}{21} = 0,095 \dots \beta_6 = \frac{6}{21} = 0,285, \\ \beta_2 &= \frac{2}{21} = 0,095.\end{aligned}$$

3. В классификаторах номера кодов, расположенных по принципу Б, представляют собой значимость параметров деталей относительно всей совокупности параметров, выраженных в виде нормированных коэффициентов весо-
стей β_i , рассчитываемых по формуле:

$$\beta_i = \frac{(k_{\max} - k_i) + 1}{\sum k_i},$$

где $k_{\max}$ – номер последнего кода в данной совокупности параметров.

Пример. При кодах от $k_1 = 1$ до $k_6 = 6$ $\sum r_i = 21$, нормированные коэффициенты весо-
стей располагаются в следующем порядке:

$$\begin{aligned}\beta_1 &= \frac{(6-1)+1}{21} = 0,285, \\ \beta_2 &= \frac{(6-2)+1}{21} = 0,238 \dots \beta_6 = \frac{(6-6)+1}{21} = 0,047.\end{aligned}$$

4. Аксиома данного метода выражения кодов значений параметров деталей классификаторов ОК 020-95, ОК 021-95, ОК 022-95 в виде коэффициентов весо-
стей (для любого принципа составления последовательности кодов) заключается в том, что наибольшему значению па-

Таблица 3

Таблица параметров, составленных по принципу А
(от кода 1 до кода n ухудшение признаков в технологическом смысле)

Технологическая классификация деталей, изготавливаемых резанием	Раздел 4
	Номер признака 2
Код	Квалитет
1	17, 16, 15, 14
2	13, 12
3	11, 10, 9
4	8, 7, 6, 5
5	4, 3, 2
6	1, 0, 01

Таблица 4

Таблица параметров, составленных по принципу Б
(от кода 1 до кода n улучшение признаков в технологическом смысле)

Технологическая классификация деталей, изготавливаемых резанием			Раздел 4
Вид дополнительной обработки			Номер признака 5
Код	Термическая обработка		Покрытие
0	Без термической обработки		Без покрытия
1	С покрытием		
2	С термической обработкой до или между операциями обработки резанием	HRC _c до 38	Без покрытия
3			С покрытием
4		HRC _c 38...52	Без покрытия
5			С покрытием
6		HRC _c св. 52	Без покрытия
7			С покрытием
8	С термической обработкой после обработки резанием		Без покрытия
9	С покрытием		

параметра определенной совокупности соответствует наибольшая вероятность выхода годных деталей по данному параметру.

Соответственно наименьшему значению параметра определенной совокупности соответствует наименьшая вероятность выхода годных деталей по данному параметру.

5. Вероятность выхода годных деталей при составлении последовательности кодов по принципу А (принцип ухудшения признаков в технологическом смысле от кода 1 до кода n) определяют по модели:

$$q_{i, \text{BK}} = 1 - \frac{k_i}{\sum k_i},$$

где $q_{i, \text{BK}}$ – код в вероятностных категориях, представляющий собой вероятность выхода годных деталей при данном параметре соответствующего признака классификатора.

6. Вероятность выхода годных деталей при составлении последовательности кодов

по принципу Б (принцип улучшения признаков в технологическом смысле от кода 1 до кода n) определяют по модели:

$$q_{i, \text{BK}} = 1 - \frac{(k_{\max} - k_i) + 1}{\sum k_i},$$

где $q_{i, \text{BK}}$ – код в вероятностных категориях, представляющий собой вероятность выхода годных деталей при данном параметре соответствующего признака классификатора.

В таблицах 5 и 6 показаны коды в вероятностных категориях признаков «Квалитет» и «Вид дополнительной обработки», полученных по вышеприведенным моделям.

Рассмотрим определение ожидаемого качества деталей на основе использования кодов классификаторов, преобразованных в вероятностные категории, на примере расчета качества детали «поршень» (рис. 1).

Технологический код деталей, получаемый с помощью классификаторов, состоит из двух

Таблица 5

Коды в вероятностных категориях признака «Квалитет»

Технологическая классификация деталей, изготавливаемых резанием		Раздел 4
Квалитет	Номер признака 2	Коды в вероятностных категориях
Код	Квалитет	
1	17, 16, 15, 14	0,952
2	13, 12	0,904
3	11, 10, 9	0,857
4	8, 7, 6, 5	0,809
5	4, 3, 2	0,761
6	1, 0, 01	0,714

Таблица 6

Коды в вероятностных категориях признака «Вид дополнительной обработки»

Технологическая классификация деталей, изготавливаемых резанием				Раздел 4	
Вид дополнительной обработки				Номер признака 5	
Код	Группы	Коды в вероятностных категориях	Термическая обработка	Покрытие	
0	1	0,714	Без термической обработки С покрытием	Без покрытия	
1	2	0,761			
2	3	0,809	С термической обработкой до или между операциями обработки резанием	HRC ₃ до 38	Без покрытия
3					С покрытием
4	4	0,857		HRC ₃ 38...52	Без покрытия
5					С покрытием
6	5	0,904		HRC ₃ св. 52	Без покрытия
7					
8	6	0,952			
9					

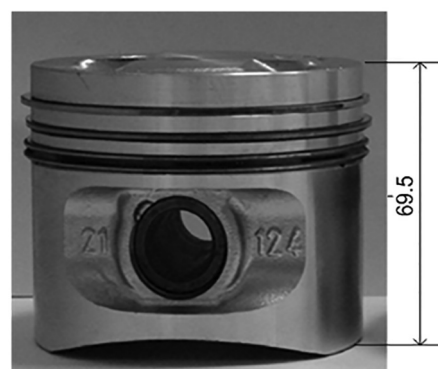
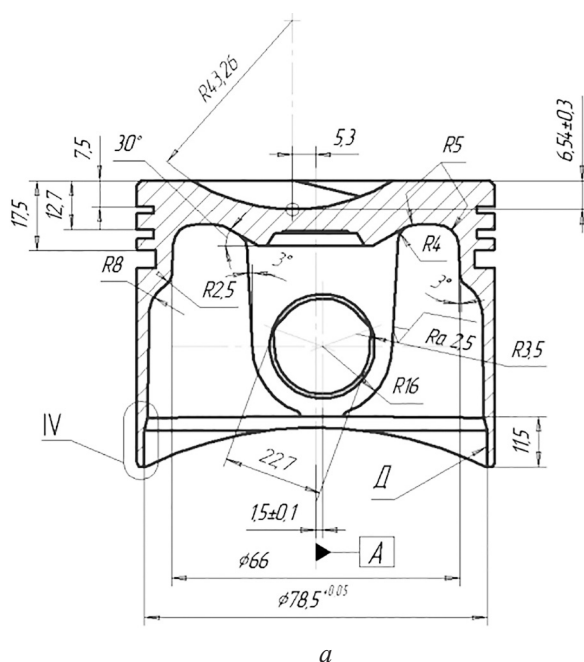


Рис. 1. Поршень двигателя легкового автомобиля ВАЗ 21124:

а – чертеж поршня; б – общий вид поршня

частей – постоянной части (коды 1–6), и переменной (коды 7–14). По классификации ЕСКД деталь «поршень» относится к классу 72 – деталь типа тела вращения. Остальные параметры, существенные для определения качества, указаны на чертеже детали.

При определении технологического кода учтены свойства детали поршень [4, 5]:

– заготовка для поршня изготовлена методом горячей штамповки с последующей механической обработкой и окончательной термической обработкой, металл детали – алюминиевый сплав;

– признаки деталей в постоянной части технологического кода, одинаковые для деталей всех классов, а признаки переменной части кода определяют в зависимости от технологического метода изготовления; в данном случае метод изготовления относится к деталям, изготавливаемым резанием с последующей термической обработкой. В таблице 7 показан технологический код детали «поршень», составленный по классификатору ОК 021-95.

Обобщенный показатель качества детали представляет собой среднее геометрическое кодов детали в вероятностных категориях:

$$Q_k = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n q_i},$$

где n – количество параметров в вероятностных категориях, участвующих в расчете обобщенного показателя качества детали; q_i – коды параметров деталей, выраженные в вероятностных категориях.

Формула обобщенного качества детали для данного случая:

$$Q_{\text{вк}} = \sqrt[11]{\prod q_i} = \sqrt[11]{q_{1.\text{рх}} \cdot q_{2.\text{рх}} \cdot q_{3.\text{рх}} \cdot q_{\text{гм}} \cdot q_{\text{тм}} \cdot q_{\text{в.з.}} \cdot q_{1.\text{кв}} \cdot q_{\text{ш}} \cdot q_{1.\text{тт}} \cdot q_{\text{то}} \cdot q_{\text{хм}}},$$

где $Q_{\text{вк}}$ – ожидаемое (вероятностное) качество детали, полученное по 11 параметрам; $n = 11$ – количество параметров в вероятностных категориях.

В таблице 8 показаны коды детали «поршень» в вероятностных категориях, получен-

Таблица 7

Технологический код детали поршень по ОК 021-95

Постоянная часть кода						Переменная часть кода						
№ кода	1	2	3	4, 5	6	7, 8	9	10	11	12*	13	14
Значение кода	A	A	5	46	21	2	2	3	4	0	8	7
Общий вид кода	A.A.5.46.21-2.2.3.4.0.8.7											

*код 12 – описывает признак детали «класс точности», который в настоящее время отменен, поэтому его значение – 0.

Таблица 8

Коды детали «поршень» в вероятностных категориях и коды, параметры которых пересмотрены (улучшены) с целью повышения обобщенного качества детали

Составляющие технологического кода детали по ОК 021-95		Наименование признака	Обозначения кодов	Значения кодов вероятностных категориях	Улучшенные коды в вероятностных категориях
Постоянная часть кода	1	Размерная характеристика тел вращения – наружный диаметр	$q_{1.\text{рх}}$	0,666	0,666
	2	Длина	$q_{2.\text{рх}}$	0,666	0,666
	3	Диаметр центрального отверстия	$q_{3.\text{рх}}$	0,833	0,833
	4, 5	Группа материала	$q_{\text{гм}}$	0,428	0,428
	6	Деталь по технологическому методу изготовления (окончательная обработка – термическая обработка)	$q_{\text{тм}}$	0,555	0,555

Составляющие технологического кода детали по ОК 021-95		Наименование признака	Обозначения кодов	Значения кодов вероятностных категориях	Улучшенные коды в вероятностных категориях
Переменная часть кода	7, 8	Вид исходной заготовки	$q_{вз}$	0,333	0,333
	9	Квалитет наружных поверхностей	$q_{1.кв}$	0,833	0,997
	10	Параметр шероховатости	$q_{ш}$	0,500	0,666
	11	Характеристика технологических требований – 1	$q_{1.тт}$	0,875	0,997
	12	Характеристика технологических требований – 2	$q_{2.тт}$	0	0
	13	Вид термической обработки	$q_{то}$	0,800	0,997
	14	Характеристика массы	$q_{хм}$	0,857	0,997
Значение обобщенного показателя качества детали $Q_k = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n q_i}$				0,643	0,698 ≈ 0,700

ных в соответствии с принципами, описанными выше. Также в этой таблице указаны и коды, параметры которых пересмотрены (улучшены) с целью повышения обобщенного качества детали поршень.

По данным табл. 8, обобщенный (вероятностный) показатель качества:

$$Q_{вк} = \sqrt[14]{0,666 \cdot 0,666 \cdot 0,833 \cdot 0,428 \times \dots \times 0,555 \cdot 0,333 \cdot 0,833 \cdot 0,5 \cdot 0,875 \cdot 0,8 \times 0,857} = 0,643.$$

После определения показателя качества возникает необходимость в повышении качества детали за счет улучшения технологических параметров детали [6]. Можно изменять (обоснованно пересматривать) параметры только переменной части.

Для примера реализации подобных выводов на рис. 2 показан результат модернизации поршня двигателя ВАЗ 21124, осуществленный работниками АвтоВАЗа [7]. В результате модернизации получена новая конструкция поршня, используемая в двигателе ВАЗ 21126 (см. рис. 2, б). Новый поршень компактней и легче предыдущего типа на 104 г, при этом мощность двигателя ВАЗ 21126 стала выше мощности двигателя ВАЗ 21124 на 6,5 л.с.: мощность ВАЗ 21126 – 72 л.с., мощность ВАЗ 21124 – 65,5 л.с.



Рис. 2. Модернизации поршня двигателя ВАЗ 21124: а – поршень двигателя ВАЗ 21124 (до модернизации); б – поршень двигателя ВАЗ 21126 (после модернизации поршня двигателя ВАЗ 21124)

Функциональные связи допустимого уровня выхода годных деталей и количества сигм в допуске на параметр

Понятие обобщенного качества детали основано на известной функциональной связи выхода годных изделий (в процентах) с количеством сигм (σ) в допуске на параметр. Эта зависимость описана в методе «Шесть сигм» (6σ). В основе этого метода лежит требование:

$$T \geq 6\sigma,$$

где T – допуск на параметр или на критичную для качества (КДК) характеристику процесса;

σ – среднее квадратическое отклонение параметров или процессов от среднего арифметического значения контролируемого параметра.

На рис. 3 показана связь выхода годных изделий в % в зависимости от количества сигм в допуске на параметр [8], технологический запас точности принят $\pm 0,15\sigma$. Уровень качества изделий машиностроения в РФ описывается зависимостью

$$Y_{\phi} = \frac{Q_{\text{оц}}}{Q_{\text{баз}}} \geq 0,95,$$

где $Q_{\text{оц}}$ – качество оцениваемого изделия; $Q_{\text{баз}}$ – качество базового изделия.

Из рис. 3 следует, что минимально допустимый уровень качества изделий машиностроения выраженный в виде % выхода годных деталей, может быть достигнут при количестве сигм в допуске не менее 4σ .

При 4σ бракованных изделий должно быть не более 4,55 %, что все равно не допустимо много, так как в зависимости от объема готовой продукции допустимое количество брака колеблется от 0,001 % до 1 %. То есть допустимое количество годных изделий должно находиться в интервале 98–99,7 %, что обеспечивается при количестве сигм в допуске на параметр не менее $5,3\sigma$.

На рис. 4 показана функциональная связь выхода годных изделий, выраженных через количество σ в допуске с безотказностью деталей. Указанный интервал вероятности безотказной работы гарантирует для таких деталей высокие показатели конструктивности и технологичности.

Функции нормального распределения нормированы и фактические значения функции Fx получают из таблиц Лапласа, представляющих собой приближенные значения интегральной функции при больших значениях n – количество измерений [9]. Поэтому если связать допустимый уровень безотказности с обобщенным качеством деталей, с ожидаемым выходом годных изделий и с количеством сигм в допуске на параметр, то может быть построена графическая модель, описывающая такую зависимость качества деталей (полученных по преобразованным кодам классификатора ОК 021-95) с вероятностью выхода годных и с количеством сигм в допуске на параметр (рис. 5).

Графическая модель определения качества деталей и мероприятий по их улучшению

В основе качества деталей, полученных с учетом параметров, описанных в классификаторах, лежит следующая аксиома.

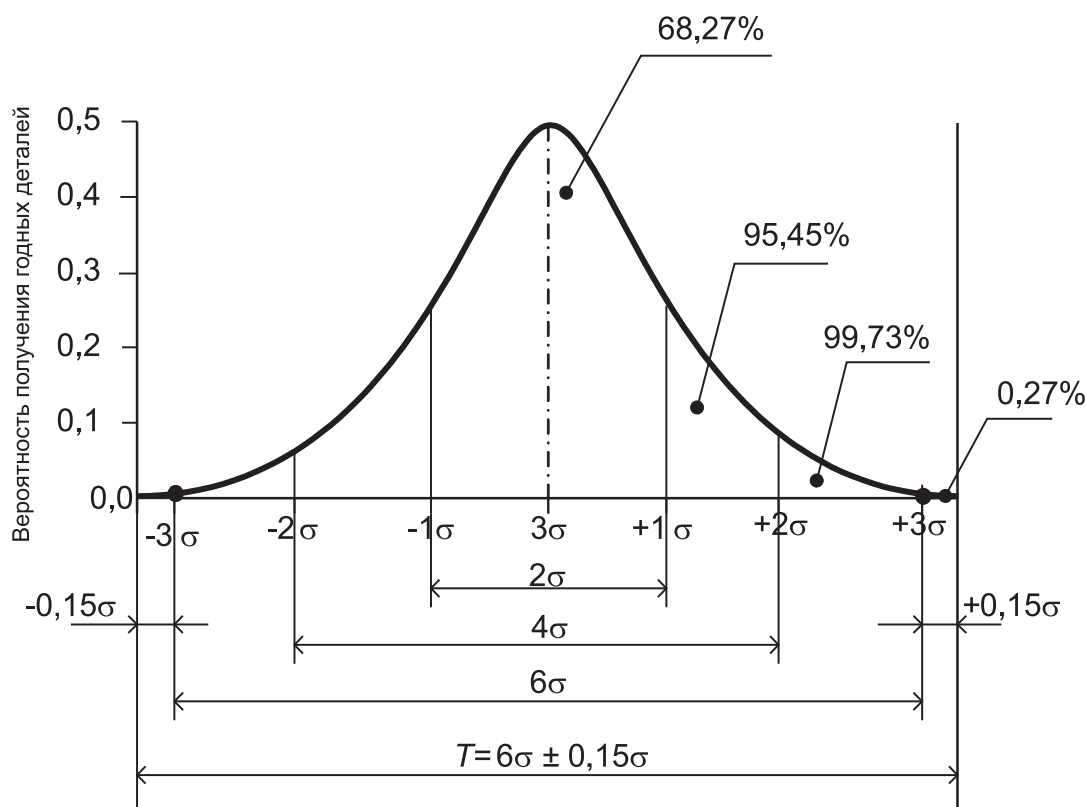


Рис. 3. Зависимость выхода годных изделий от количества сигм в допуске на параметр

Функции нормального распределения,
построенные из условия их нормированности

X	-3σ	-2σ	-1σ	0	$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
F_X	0,013	0,023	0,159	0,5	0,841	0,977	0,998
P_X	0,0	0,16	0,33	0,49	0,33	0,16	0,0

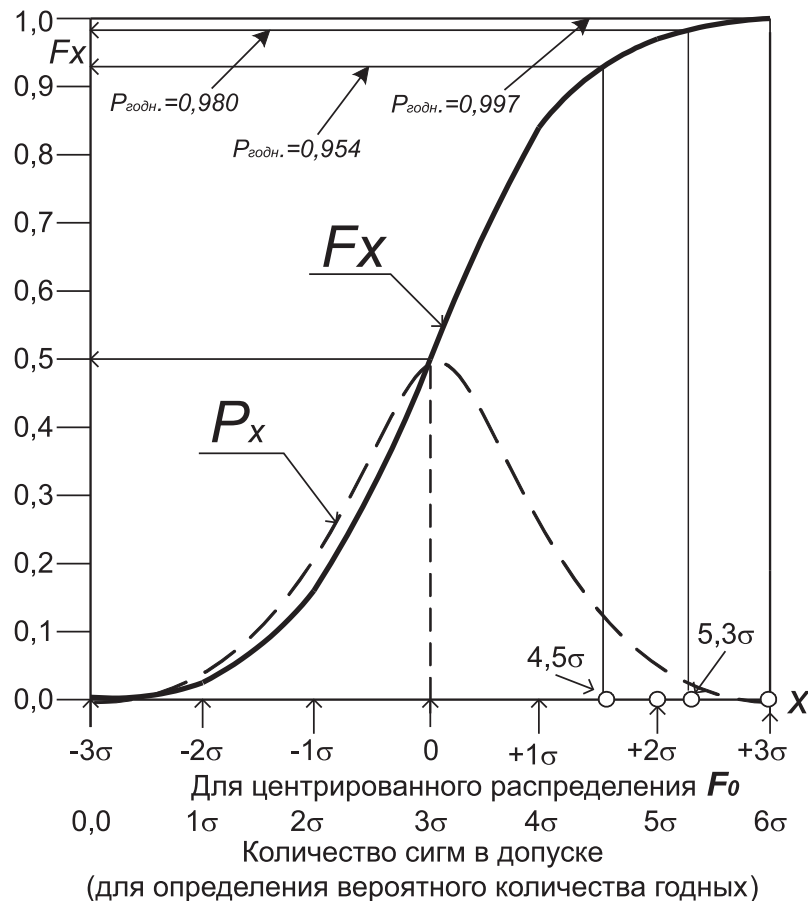


Рис. 4. Функциональные связи дифференциальной P_X и интегральной F_X функций с количеством сигм в допуске на параметр

Все детали и сборочные единицы проектируются с учетом требований, соответствующих нормативных документов – ГОСТ, ТУ, ОСТ и пр. В данном случае выход годных и качество изделия являются синонимами, поэтому по умолчанию выход годных не может быть ниже уровня качества изделий $Y_{\text{оц}} = 0,95$ – базового значения качества изделий машиностроения в РФ. В действительности, качество на стадии конструирования находится в интервале $Y_{\text{оц}} = 0,5–0,95$. Этот интервал разбит на четыре категории: если уровень качества находится в интервале $Y_{\text{оц}} = 0,5–0,70$, то качество деталей низкое; если $Y_{\text{оц}} = 0,71–0,85$ – удовлетворительное; если $Y_{\text{оц}} = 0,85–0,94$ – соответствует уровню качества в РФ и, наконец, если $Y_{\text{оц}} = 0,95–0,99$ – соответствует мировому уровню качества [10].

На рис. 5 представлена графическая модель, описывающая связь качества деталей с вероятностью выхода годных и с количеством сигм в допуске на параметр.

Эта модель приведена для пояснения логики построения математических моделей и алгоритма определения качества, показанных в табл. 9 и на рис. 6. Данные рис. 6 показывают, что представленный алгоритм позволяет одновременно с определением качества деталей определять вероятность выхода годных и количество сигм в допуске, как важного критерия показателя технологического качества. Подробное описание моделей связи показателей качества с выходом годных и количеством сигм в допуске на параметр представлено в табл. 8.



Рис. 5. Графическая модель связи качества деталей с вероятностью выхода годных и с количеством сигм в допуске на параметр

Таблица 9

Модели, описывающие связь качества деталей с вероятностями выхода годных и с количеством сигм в допуске на параметр

№	Модель	Описание модели
1	Модели преобразования кодов классификаторов ОК 020-95, ОК 021-95, ОК 022-95 в коды вероятностных категорий	$1. q_{i.пп} = 1 - \frac{k_{i-1.пп}}{k_{max.пп}} \quad 2. q_{i.пп} = \frac{k_{i.пп}}{k_{max.пп}}$
2	Модель получения обобщенного качества детали в вероятностных категориях	$Q_{вк} = \sqrt[n]{\prod_1^n q_i}$
3	Модель определения вероятности выхода годных ($Q_{пр}$) в зависимости от обобщенного качества детали	$Q_{пр} = [Q_{вк} \cdot 0,05] + 0,950 \quad (8),$ где $[q_{i.вк} \cdot 0,05]$ – приращение выхода годных в зависимости от фактического показателя качества относительно минимально допустимого значения; $q_{min} = 0,950$ – минимальная вероятность выхода годных; $0,05$ – значение одного деления шкалы выхода годных

№	Модель	Описание модели
4	Модель определения количества сигм (Q_σ) в допуске на параметр в зависимости от обобщенного качества детали	$Q_\sigma = [Q_{\text{вк}} \cdot 1,5] + 4,5 \quad (9),$ где $[q_{i_{\text{вк}}} \cdot 1,5]$ – приращение количества сигм в зависимости от фактического показателя качества относительно минимально допустимого количества сигм в допуске $q_\sigma = 4,5\sigma$, $1,5\sigma$ – размер шкалы сигм, $4,5\sigma$ – минимальное количество сигм в допуске на параметр, обеспечивающее допустимые значения качества и вероятности выхода годных

Алгоритм расчета качества деталей с одновременным получением значений выхода годных, количества сигм в допуске и принятием управляющих решений показан на рис. 6.

Пример 1. При $Q_{\text{вк}} = 0,643$ вероятность выхода годных:

$$Q_{\text{р.г}} = [0,643 \cdot 0,05] + 0,950 = 0,032 + 0,950 = 0,982.$$

Вывод: Недостаточный выход годных ($Q_{\text{в.г}} = 0,982$) требует изменения конструктивных параметров, например увеличить технологический запас точности (рис. 3), после чего процент выхода годных увеличится.

Пример 2. При $Q_{\text{вк}} = 0,643$ количество сигм в допуске:

$$Q_\sigma = [0,643 \cdot 1,5] + 4,5 = 0,964 + 4,5 = 5,46\sigma.$$

Вывод: Недостаточное количество сигм в допуске. Для минимальной вероятности выхода годных ($Q_{\text{в.г}} = 0,985$), минимальное количество сигм должно быть не менее $5,56\sigma$. Поэтому можно снизить требования к точности размеров детали, то есть перейти на более грубые квалитеты.

Заключение

Коды классификаторов, преобразованные в вероятностные категории, соответствуют иерархии параметров, описанных в классификаторах ОК 020-95, ОК 021-95 и ОК 022-95.

Разработаны графическая и математическая модели, с помощью которых возможно определять не только обобщенные показатели качества деталей, но и вероятности выхода годных при соответствующем количестве сигм в допуске на параметр, как важного критерия показателя технологического качества.

Разработанные модели основаны на следующих принципах:

1) использована методическая основа классификаторов ОК 020-95, ОК 021-95 и ОК 022-95 для разработки алгоритма и определения обобщенного качества деталей с целью их дальнейшего усовершенствования;

2) разработаны модели для перевода кодов классификаторов ОК 020-95, ОК 021-95 и ОК 022-95 в коды вероятностных категорий, необходимых для расчета качества деталей и сборочных единиц;

3) при разработке новой техники или модернизации действующей имеет место значительное количество корректировок КД и ТД, которое возникает по результатам испытаний опытных образцов. Поэтому использование разработанного алгоритма на стадиях проектирования и конструирования может способствовать сокращению количества корректировок КД и ТД в жизненном цикле создания новых технических изделий.

Список литературы

- ОК 020-95 Общероссийский классификатор деталей, изготавливаемых сваркой, пайкой, склеиванием и термической резкой. М.: Изд-во стандартов, 1995. – 20 с.
- ОК 021-95 Общероссийский классификатор деталей машиностроения и приборостроения. М.: Изд-во стандартов, 1995. – 250 с.
- ОК 022-95 Общероссийский технологический классификатор сборочных единиц машиностроения и приборостроения. М.: Изд-во стандартов, 1995. – 70 с.
- Технологичность конструкции изделия: справочник / Ю.Д. Амиров, Т.К. Алферова, П.Н. Волков и др. М.: Машиностроение. 1990. – 768 с.



ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

5. Метрология: учеб. / А.А. Брюховец, О.Ф. Вячеславова, Д.Д. Грибанов и др., 2-е изд. М.: ФОРУМ, 2011. – 464 с.
6. Маругина В.М., Азгальдова Г.Г. Квалиметрическая экспертиза. Руководство по организации экспертизы и выполнению квалиметрических расчетов. Кн. 3. Расчётные модели качества. СПб., М.: Русский Регистр, 2002. – 517 с.
7. Конструктивные особенности двигателей ВАЗ 21124 и ВАЗ 21126. Режим доступа: <http://www.motors-vaz.ru> (дата обращения: 07.07.2019).
8. Клепиков В.В., Бодров А.Н. Технология машиностроения. М.: Форум, 2008. – 860 с.
9. Теория вероятностей и математическая статистика для технических университетов. Ч. I. Теория вероятностей / О.Л. Крицкий, А.А. Михальчук, А.Ю. Трифонов и др. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 214 с.
10. Управление качеством: учеб. / С.А. Зайцев, И.Е. Парфеньева, О.Ф. Вячеславова, Е.С. Блинкова, Т.А. Ларцева. Новосибирск: АНС «СибАК», 2016. – 467 с.

**МАРТИШКИН
Владимир Васильевич**

E-mail: vmartishkin@mail.ru
Тел.: (495) 276-37-55

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Стандартизация, метрология и сертификация» Московского политехнического университета. Сфера научных интересов: управление качеством автотракторной продукции на стадиях жизненного цикла. Автор 80 статей.

**ЗАЙЦЕВ
Сергей Алексеевич**

E-mail: saz@mami.ru
Тел.: (495) 276-37-55

Кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Стандартизация, метрология и сертификация» Московского политехнического университета. Сфера научных интересов: методы и средства измерений и контроля геометрических параметров поверхности деталей машин; влияние финишных методов обработки поверхностей деталей на качество поверхностного слоя деталей машин. Автор более 12 учебников, четырех учебных пособий, множества статей.

**СЕПЕСЕВА
Юлия Анатольевна**

E-mail: sepeseva15@mail.ru
Тел.: (916) 383-05-73

Преподаватель и аспирант кафедры «Стандартизация, метрология и сертификация», преподаватель Центра проектной деятельности Московского политехнического университета. Сфера научных интересов: управление качеством продукции. Автор 6 статей.