

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Кузбасский государственный технический  
университет имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра информационных и автоматизированных  
производственных систем

Составители:  
**А. Н. Трусков, Е. В. Башкирцева**

## **ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОВ ГРУППИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ**

**Методические указания к лабораторной работе**

Рекомендовано учебно-методическими комиссиями направлений  
подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов  
и производств», 09.03.02 «Информационные системы и технологии»  
в качестве электронного издания для использования  
в образовательном процессе

Кемерово 2022

**Рецензенты:**

**И. С. Сыркин** – к.т.н., доцент кафедры информационных и автоматизированных производственных систем

**И. В. Чичерин** – председатель учебно-методических комиссий направлений подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», 09.03.02 «Информационные системы и технологии»

**Трусов Александр Николаевич**

**Башкирцева Елена Владимировна**

**Изучение методов группирования деталей:** методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Проектирование автоматизированных технологических процессов» для обучающихся направлений подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», направленность (профиль) «Компьютерно-интегрированные производственные системы»; 09.03.02 «Информационные системы и технологии», направленность (профиль) «Цифровые автоматизированные производственные системы», всех форм обучения / сост.: А. Н. Трусов, Е. В. Башкирцева ; Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева. – Кемерово, 2022. – Текст : электронный.

В данных методических указаниях приведены цель и задача, общие сведения об изучаемом материале, задания для выполнения, вопросы для самопроверки. Рекомендуемая литература для самостоятельной подготовки приведена в рабочей программе дисциплины.

© Кузбасский государственный  
технический университет имени  
Т. Ф. Горбачева, 2022

© А. Н. Трусов,  
© Е. В. Башкирцева,  
составление, 2022

## ВВЕДЕНИЕ

В производстве часто встречается необходимость формирования групп объектов (деталей, сборочных единиц, инструмента и т. д.), сходные по тем или иным признакам. Группирование объектов является одной из центральных задач проектирования групповых технологических процессов, анализа производства и т. д. Очевидно, что используемый набор классификационных признаков и критерии эффективности в каждой задаче оригинальны, но методы группирования могут быть использованы единые. Традиционные методы группирования типа «СОРТИРОВКА» и «ВЫБОРКА» [2] в условиях многономенклатурного производства при использовании большого числа классификационных признаков малоэффективны, так как основываются на опыте и интуиции исполнителя. В последнее время получили распространение методы группирования в  $n$ -мерном признаковом пространстве на основе теории распознавания образов, позволяющие эффективно использовать ЭВМ решения данной задачи. Одним из наиболее распространенных является метод потенциалов [1].

### 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель лабораторной работы – ознакомление студентов с алгоритмами группирования в  $n$ -мерном признаковом пространстве, приобретение практических навыков по классификации и группированию деталей с использованием ЭВМ, анализу полученных групп.

### 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

#### 2.1. Используемый математический аппарат

Будем рассматривать каждую деталь  $l$  (сборочную единицу) как точку в  $n$ -мерном признаковом пространстве с координатами  $X_{K,l}$ ,  $K=1,2,\dots, n$ , где  $X_{K,l}$  – значение классификационного признака  $K$  для детали  $l$ ;  $n$  – число рассматриваемых классификационных признаков.

Для решения весьма широкого класса технологических задач достаточно использовать булево описание признаков, что значительно упрощает алгоритмическое и программное обеспечение.

$$X_{K,l} = \begin{cases} 1, & \text{при наличии признака для детали } l \\ 0, & \text{при отсутствии признака} \end{cases}$$

Для определения мер близости точек и групп точек в рассматриваемых алгоритмах применяется метод потенциалов и основанные на этом методе представления о взаимной близости между точками и группами точек в признаковом пространстве.

Величина потенциала (мера близости) между точками может быть определена по формуле

$$\varphi(a_i, a_j) = \frac{1}{1 + \alpha \cdot R^2}, \quad (1.1)$$

где  $\alpha$  – коэффициент, от значения которого зависит скорость убывания функции,

$$\alpha = \frac{1}{n^2};$$

$R$  – определенное каким-либо образом расстояние в признаковом пространстве между точками (детальями)  $a_i$  и  $a_j$ ;  $\varphi$  – мера близости точки  $a_i$  к точке – источнику  $a_j$ .

Очевидно, в каждой задаче метод вычисления  $R$  может быть оригинальным. Обычно используют «евклидово расстояние» или расстояние по Хеммингу, равное числу несовпадающих разрядов.

Пример 1: Имеются две детали, описание которых в признаковом пространстве соответственно:

$$F(a_1) = [10010] \text{ и } F(a_2) = [01010].$$

Определим разность (несовпадающие разряды)  $F(a_1) - F(a_2)$ :

$$F(a_1) = 10010$$

$$F(a_2) = 01010$$

$$F(a_1) - F(a_2) = 11000$$

Расстояние  $R$  определяется как сумма несовпадающих разрядов:

$$R=1+1+0+0+0=2.$$

Мера близости:

$$\varphi(a_1, a_2) = \frac{1}{1 + \left(\frac{1}{5}\right)^2 \cdot 2^2}.$$

Мера близости между точкой  $a_i$  и группой точек  $A$  определяется:

$$\varphi(a_i, A) = \frac{1}{N_a} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{N_a} \varphi(a_i) = \frac{1}{N_a} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{N_a} \frac{1}{1 + \alpha \cdot R(a_j)}, \quad (1.2)$$

где  $N_a$  – число точек  $a_i$  в группе  $A$ .

Между двумя группами точек  $A$  и  $B$ :

$$\varphi(A, B) = \frac{1}{N_a} \sum_{j=1}^{N_a} \varphi(a_j, B), \quad a_j \subset A. \quad (1.3)$$

Плотность расположения точек внутри группы можно характеризовать величиной собственного потенциала группы по формуле

$$\varphi(A, B) = \frac{2}{N_a(N_a - 1)} \sum_{\substack{i=1 \\ p=1 \\ i \neq p}}^{N_a} \varphi(a_i, a_p); \quad \begin{matrix} a_i \subset A \\ a_p \subset A \end{matrix} \quad (1.4)$$

## 2.2. Алгоритмы группирования

При реализации алгоритмов группирования объекты могут предъявляться на группирование либо последовательно один за другим, либо параллельно. Соответственно разработаны алгоритмы двух типов. Последовательные алгоритмы группирования

могут применяться в случае, когда заранее неизвестно число деталей, подлежащих группированию.

#### Алгоритм 1 (последовательный)

Исходные данные:  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$  – последовательно предъявляемые детали,  $[\varphi]$  – допускаемая мера близости.

1. Первая деталь  $a_1$  принудительно относится к первой группе, т. е.  $\Gamma_1 = \{a_1\}$ .

2. Для второй детали вычисляется мера близости  $\varphi(a_2, a_1)$  и сравнивается с  $[\varphi]$ . Если  $\varphi(a_2, a_1) < [\varphi]$ , то деталь  $a_2$  образует самостоятельную группу  $\Gamma_2 = \{a_2\}$ . В противном случае деталь  $a_2$  включается в группу  $\Gamma_1 = \{a_1, a_2\}$ .

3. Для каждой последующей детали  $a_i$  определяется мера близости с каждой из предшествующих. Затем деталь  $a_i$  последовательно проверяется на возможность включения в одну (и только в одну) из уже образованных групп. Условие включения:

$$\min \varphi(a_i, a_j) \geq [\varphi], \quad (1.5)$$

где  $a_j$  – детали, уже отнесенные к рассматриваемой группе.

В противном случае деталь  $a_i$  образует (открывает) новую группу. Указанный процесс продолжается до тех пор, пока не будут рассмотрены все детали множества  $A$ . После первого включения в какую-либо группу деталь из рассмотрения исключается и возможность ее включения в другую группу не рассматривается.

4. Процесс группирования проводят несколько раз, меняя  $[\varphi]$  в интервале  $0,5 \leq [\varphi] \leq 1$ . Значение  $[\varphi]$  определяется конкретным содержанием задачи группирования. Если заранее  $[\varphi]$  выбрать нельзя, ориентировочно можно считать, что детали допустимо объединять в группу, если число совпадающих признаков в их описаниях составляет не менее  $2/3$  общего числа исследуемых признаков, т. е.  $[\varphi] = 0,9$ .

#### Алгоритм 2 (параллельный)

Исходные данные:  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$  – одновременно предъявляемые детали.

1. Произвольно выбирается деталь и вычисляется мера близости ее с остальными деталями.

2. Выбирается деталь, ближайшая к исходной, из них формируется группа и вычисляется мера близости по формуле (1.2) этой группы с оставшимися деталями.

3. Ближайшая к полученной группе деталь заключается в группу.

4. Процедура (2) и (3) повторяется, пока не будут рассмотрены все детали множества  $A$ .

При этом последовательно будут формироваться группы  $\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_i, \dots, \Gamma_m$ . При переходе от группы  $\Gamma_i$  к группе  $\Gamma_{i+1}$  мера близости будет скачкообразно меняться. Это скачкообразное уменьшение меры близости и является признаком, по которому группа  $\Gamma_i$  будет отделена от группы  $\Gamma_{i+1}$ .

### 2.3. Описание групп деталей

Характеристиками полученных групп могут служить:

– величина собственного потенциала группы, определенной по формуле (4);

– координаты (описание) центра группы;

– описание комплексной детали группы.

Описание центра группы должно содержать только общие, характерные для большинства объектов группы признаки. Алгоритм определения центра группы следующий.

1. Из общего массива исходных данных выбираются описания деталей данной группы.

2. Полученные описания суммируются поразрядно.

3. Определяется среднее значение признаков по всем разрядам, для чего суммируются числовые значения сумм всех разрядов и общая сумма делится на число разрядов, сумма которых отлична от нуля.

4. Анализируются суммы по каждому разряду и образуется описание центра группы подстановкой единиц в те разряды, сумма которых больше среднего значения, и нулей в остальные разряды.

Пример 2: Дана следующая группа из четырех деталей:

$$F(a_1)=10101$$

$$F(a_2)=10100$$

$$F(a_3)=11101$$

$$F(a_4)=10110$$

$$F(a_1)-F(a_2)=41411; \Sigma=4+1+4+1+1=11.$$

Среднее значение признаков  $11/5=2,2$ , тогда описание центра группы:

$$F(a^*)=10100.$$

В данном примере центр группы совпадает с деталью  $a_2$ .

Описание центра групп можно использовать, например, при отнесении новых деталей к той или иной уже сформированной группе.

По определению комплексная деталь должна включать не только самые характерные признаки группы, а **все** признаки, т. е. описание комплексной детали должно включать в себя единицы во всех не нулевых разрядах суммарного описания группы. Для примера 2 описание комплексной детали будет  $F(a_{\text{компл}})=11111$ .

Комплексная деталь используется для проектирования групповых технологических процессов.

## 2.4. Анализ технологичности деталей группы

Известно, что технологичность конструкции можно рассматривать только по отношению к конкретным производственным условиям. Для группового производства это означает, что при отработке конструкции на технологичность должна быть достигнута наибольшая степень технологической общности всех деталей группы, т. е. получена по возможности более компактная группа точек в признаковом пространстве.

Величина собственного потенциала группы (формула 1.4)  $\phi(A_j, A_j)$  характеризует удаленность отдельных точек от центра



группы, т. е. ее целесообразно использовать в качестве меры технологической общности деталей группы. Значительное расхождение по одному или нескольким классификационным признакам  $i$ -й детали от центра группы вызовет уменьшение величины  $\phi(A_j, A_j)$ . Таким образом, значение собственного потенциала группы можно использовать для оценки «групповой» технологичности.

Практически можно рекомендовать такую последовательность отработки на технологичность деталей группы:

1. Суммируются значения признаков деталей группы по разрядам.
2. Выбираются значащие признаки с минимальной суммой, т. е. встречающиеся лишь у 1-2 деталей группы.
3. Анализируется возможность исключения данных признаков группы. Если в качестве признаков используются элементарные поверхности контура детали, то исследуется возможность исключения или замены одного элемента другим (характерным для данной группы). Если детали группировались по используемому для их обработки технологическому оборудованию, то разрабатываются мероприятия по целевой замене оборудования и т. д.

## 2.5. Применение ЭВМ для группирования объектов

При увеличении размерности (увеличение номенклатуры деталей, числа классификационных признаков, итераций  $[\phi]$ ) трудоемкость задачи группирования резко возрастает. В этих условиях целесообразно использовать ЭВМ.

На кафедре ИиАПС на основе алгоритма 1 разработано программное обеспечение для ПК – «Group.exe». Программа построена в диалоговом режиме и обеспечивает ввод исходных данных, возможность их корректировки и группирование для различных значений  $[\phi]$ . Вся промежуточная информация выводится на дисплей. Результатом работы программы является: таблица мер близости, полученные группы объектов и рассчитанная для каждой группы величина собственного потенциала.

Для запуска программы необходимо дважды щелкнуть по иконке с именем «Group». Во время работы программы возможен переход в любую из доступных страниц, корректировка таблицы

исходных данных, изменение допустимого значения меры близости, изменение размерности таблицы исходных данных, просмотр результатов и любых ранее введенных данных.

## 2.6. Пример группирования деталей

На рис. 1.1 представлены эскизы деталей, подлежащих группированию.

Классификационными признаками приняты элементарные поверхности, образующие контур детали. Для описания деталей можно использовать различные классификаторы [2]. В приложении 1 приведен рекомендуемый для данного занятия упрощенный классификатор элементарных поверхностей.

По описаниям деталей строится таблица исходных данных (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Таблица исходных данных

Детали	Цилиндрическая наружная	Цилиндрическая внутренняя	Коническая наружная	Коническая внутренняя	Сферическая наружная	Торцовая плоская	Торцовая внутренняя	Канавка наружная	Фланец	Фланец с отверстиями	Фланец внутренний
	F1	F2	F3	F4	F5	F9	F12	F19	F31	F32	F33
$a_1$	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
$a_2$	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1
$a_3$	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0
$a_4$	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
$a_5$	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
$a_6$	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
$a_7$	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0

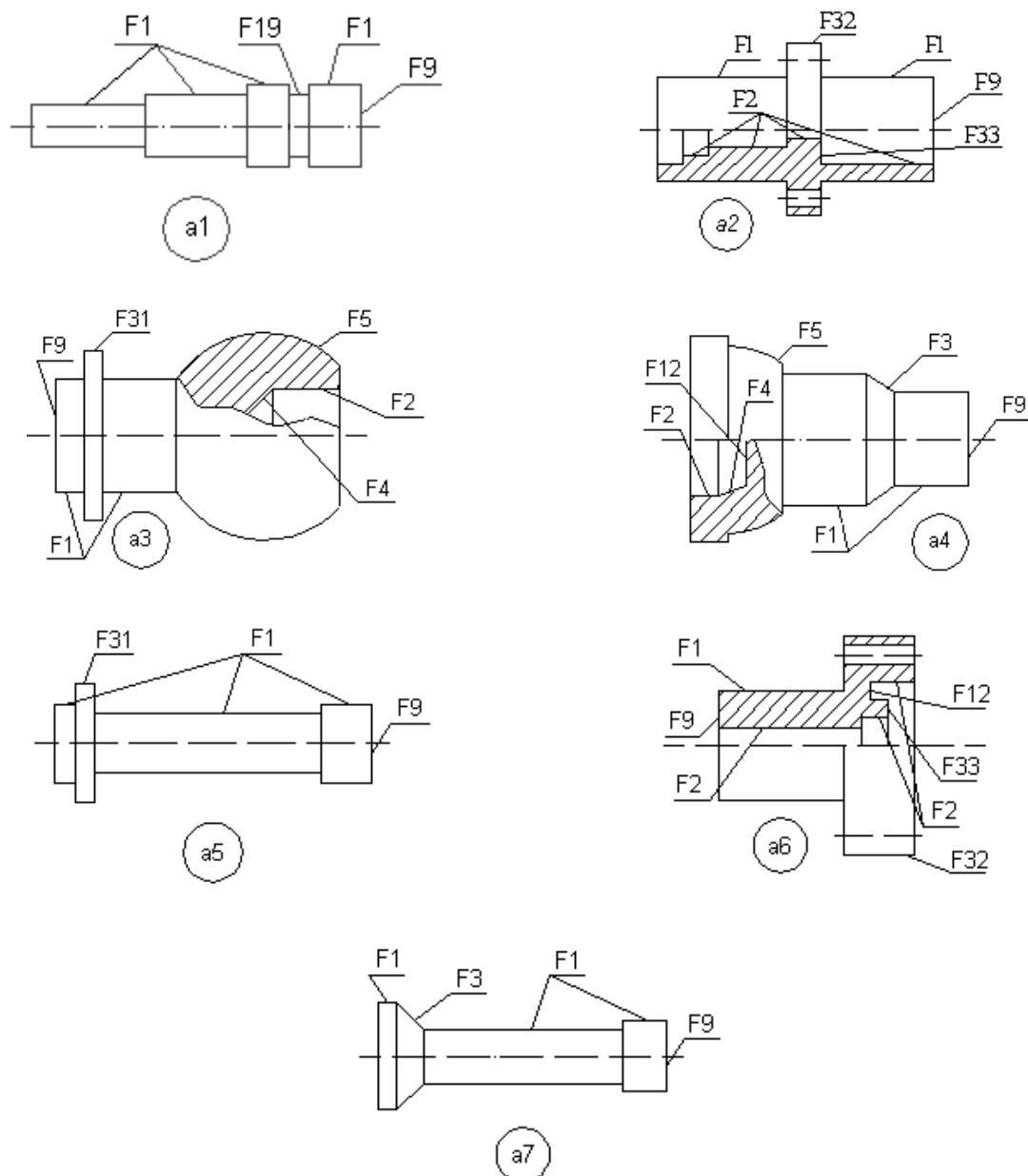


Рис. 1.1. Набор группируемых деталей

Рассмотрим подробнее порядок группирования.

Первая деталь  $a_1$  относится к группе  $\Gamma_1 = \{a_1\}$ . Деталь  $a_2$  образует следующую группу  $\Gamma_2 = \{a_2\}$ , т. к.

$$\varphi(a_2, \Gamma_1) = \varphi(a_2, a_1) = 0,88 < [\varphi].$$

Деталь  $a_3$  также образует самостоятельную группу, т. к.

$$\varphi(a_3, \Gamma_1) = \varphi(a_3, a_1) = 0,83 < [\varphi];$$

$$\varphi(a_3, \Gamma_2) = \varphi(a_3, a_2) = 0,83 < [\varphi],$$

т. е.  $\Gamma_3 = \{a_3\}$ .

По формуле (1.1) рассчитываются значения мер близости и заполняется таблица мер близости (так как таблица симметрична, достаточно заполнить половины таблицы) (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Таблица мер близости

Детали	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$
$a_1$	1,0	0,88	0,83	0,77	0,97	0,83	0,97
$a_2$		1,0	0,83	0,77	0,88	0,99	0,88
$a_3$			1,0	0,93	0,93	0,77	0,83
$a_4$				1,0	0,77	0,83	0,88
$a_5$					1,0	0,83	0,97
$a_6$						1,0	0,83
$a_7$							1,0

Пусть порядок предъявления деталей на группирование соответствует их порядковому номеру. Допустимое значение меры близости примем  $[\varphi] = 0,9$ .

Деталь  $a_4$  относится к  $\Gamma_3$ , т. к.

$$\varphi(a_4, \Gamma_1) = \varphi(a_4, a_1) = 0,77 < [\varphi];$$

$$\varphi(a_4, \Gamma_2) = \varphi(a_4, a_2) = 0,77 < [\varphi];$$

$$\varphi(a_4, \Gamma_3) = \varphi(a_4, a_3) = 0,93 > [\varphi];$$

т. е.  $\Gamma_3 = \{a_3, a_4\}$ .

Аналогично, деталь  $a_4$  будет отнесена к группе  $\Gamma_1$ , т. е.  $\Gamma_1 = \{a_1, a_5\}$ . После проверки условия вхождения детали  $a_6$  последовательно к уже имеющимся группам, она будет отнесена к группе  $\Gamma_2$ , т. е.  $\Gamma_2 = \{a_2, a_6\}$ .

Деталь  $a_7$  войдет в группу  $\Gamma_1$ , т. к.

$$\varphi(a_7, a_1) = 0,97 > [\varphi] \text{ и } \varphi(a_7, a_5) = 0,97 > [\varphi].$$

Окончательно получаем:

$$\Gamma_1 = \{a_1, a_5, a_7\}; \Gamma_2 = \{a_2, a_6\}; \Gamma_3 = \{a_3, a_4\}.$$

Визуальный анализ подтверждает качество группирования. В прил. 3 приведена машинограмма расчета данного примера для различных значений  $[\varphi] = 0,9; 0,94; 0,85; 0,82$ .

### 3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Рекомендуется такая последовательность выполнения практической работы:

1. Выбирается множество объектов группирования, используя приложение 2 в количестве 12-15 шт. Вычерчиваются эскизы выбранных деталей.

2. Выбранные детали описываются с учетом приложения 1. Заполняется таблица исходных данных.

3. Исходные данные вводятся в ПК и обрабатываются. Рекомендуется произвести расчет при нескольких значениях допустимой меры близости  $[\varphi]$ , чтобы оценить ее влияние на качество группирования.

4. Для одной из групп (содержащей не менее 4-5 деталей) определяется описание центра группы, комплексной детали. Вычерчивается эскиз комплексной детали, и разрабатываются рекомендации по отработке конструкций деталей на «групповую» технологичность.

5. Оцениваются возможности и область рационального использования методов группирования в  $n$ -мерном признаковом пространстве.

### 4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Поясните основные принципы формализации задачи группирования.

2. Объясните работу последовательного алгоритма группирования.

3. Охарактеризуйте способы определения и использования основных характеристик группы объектов.

4. Что такое «групповая» технологичность.

## 5. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

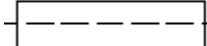
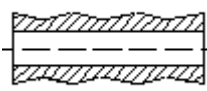
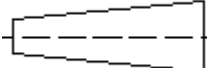
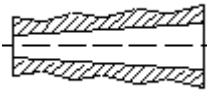
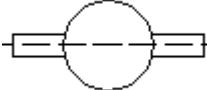
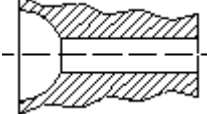
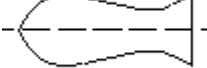
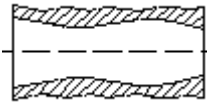
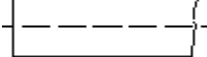
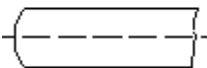
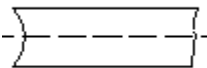
1. Дубров А. М., Мхитарян В. С., Трошин Л. И. Многомерные статистические методы: Учебник. – Москва : Финансы и статистика, 2000

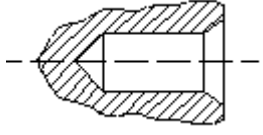
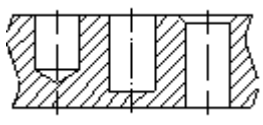
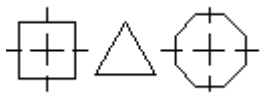
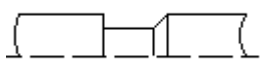

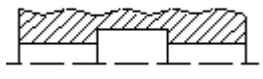
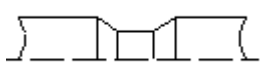
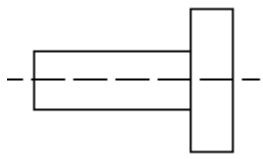
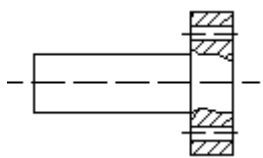
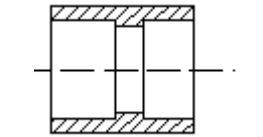
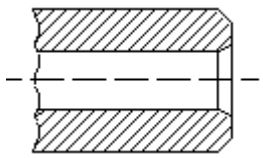
2. Митрофанов С. П. Научная организация машиностроительного производства. – Ленинград : Машиностроение, 1976. – 711 с.

3 Местецкий Л. В. Математические методы распознавания образов. Курс лекций. – Москва : 2004. – 85 с.

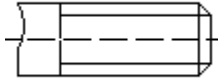
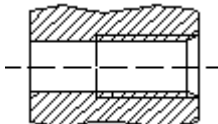
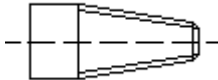
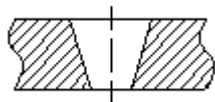
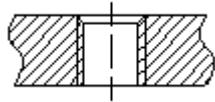
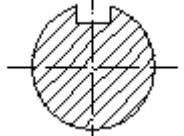
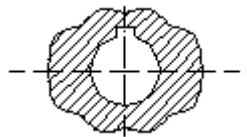
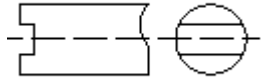
## Приложение 1

Рекомендуемый набор элементарных поверхностей  
для деталей типа тела вращения

Элементарные поверхности		Шифр	Эскиз
Цилиндрическая поверхность	Наружная	F1	
	Внутренняя	F2	
Коническая поверхность	Наружная	F3	
	Внутренняя	F4	
Сферическая поверхность	Наружная	F5	
	Внутренняя	F6	
Фасонная поверхность	Наружная	F7	
	Внутренняя	F8	
Торцовая поверхность	Плоская	F9	
	Выпуклая	F10	
	Вогнутая	F11	
	Внутренняя	F12	

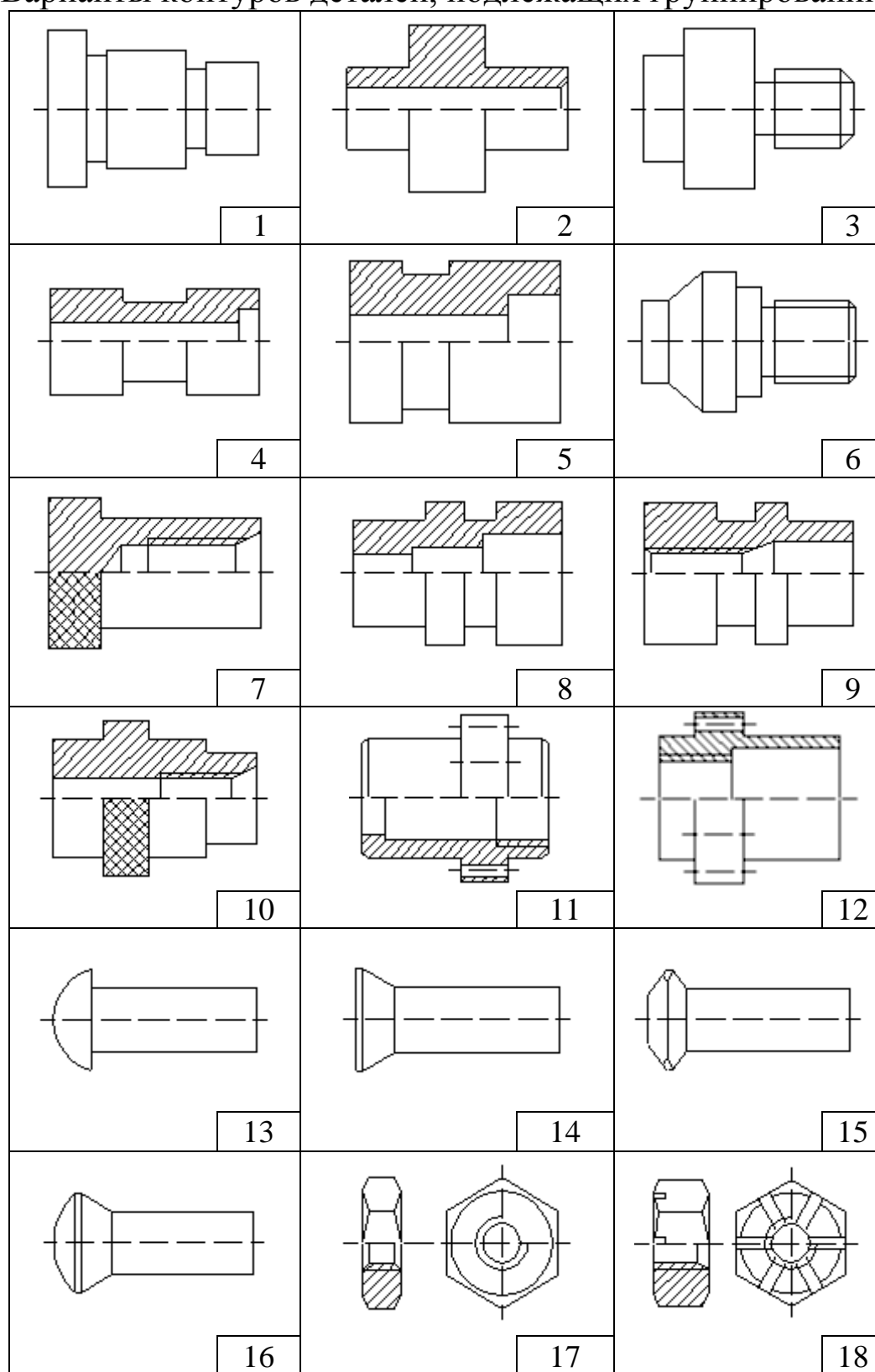
Элементарные поверхности		Шифр	Эскиз
Отверстие	Центральное	F13	
	Простое нецентральное	F14	
Многогранная поверхность		F15	
Канавка	Технологическая	F16	
	Наружная	F17	
	Внутренняя	F18	
	Трапецеидальная	F19	
Фланец	Фланец (выступ)	F31	
	Фланец (выступ) с отверстиями	F32	
	Выступ внутренний	F33	
Фаска		F20	



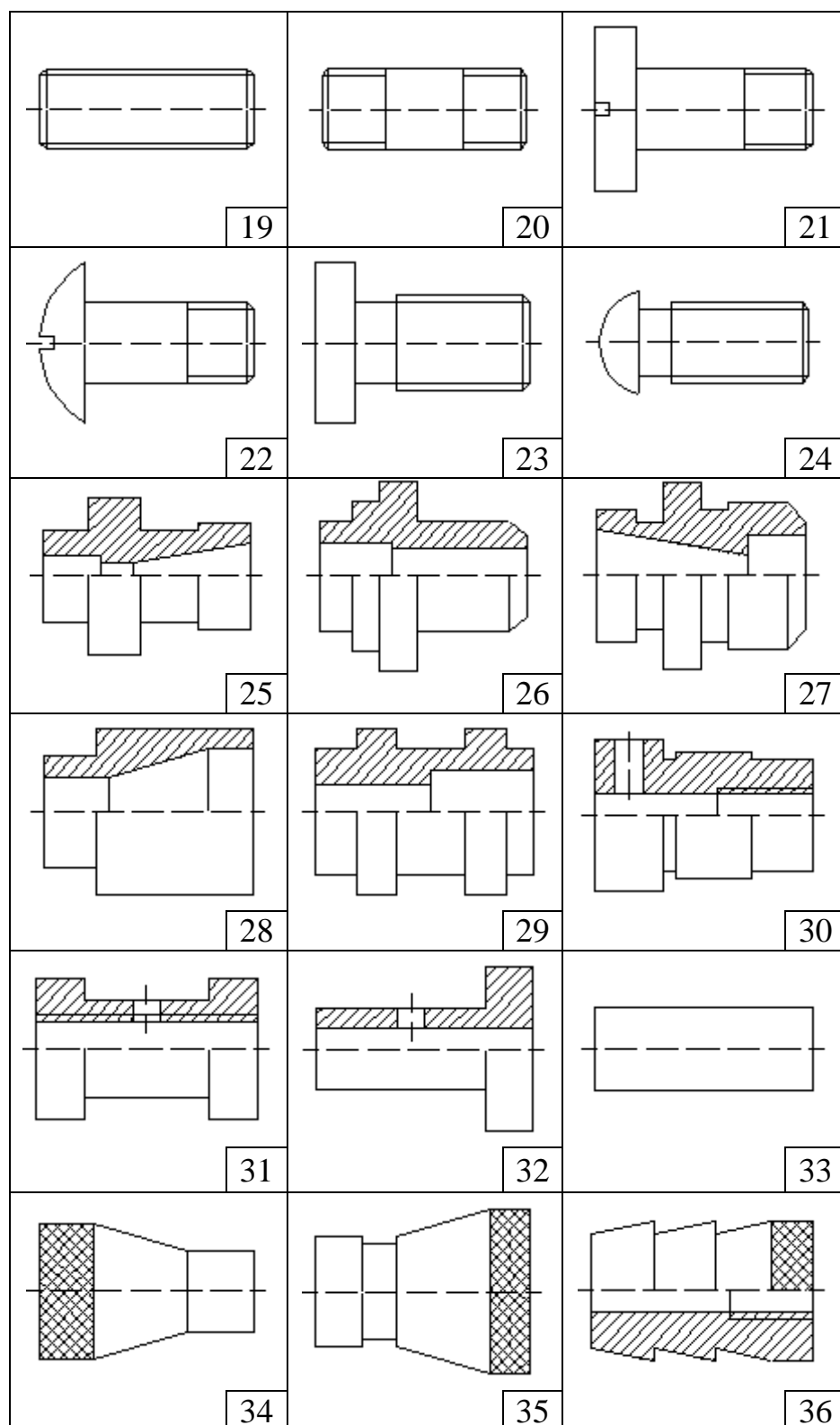
Элементарные поверхности		Шифр	Эскиз
Резьбовая поверхность	Наружная	F23	
	Внутренняя	F24	
	Коническая	F25	
Отверстие	Коническое нецентральное	F26	
	С резьбой	F27	
Паз	Наружный	F28	
	Внутренний	F29	
	На торце	F30	

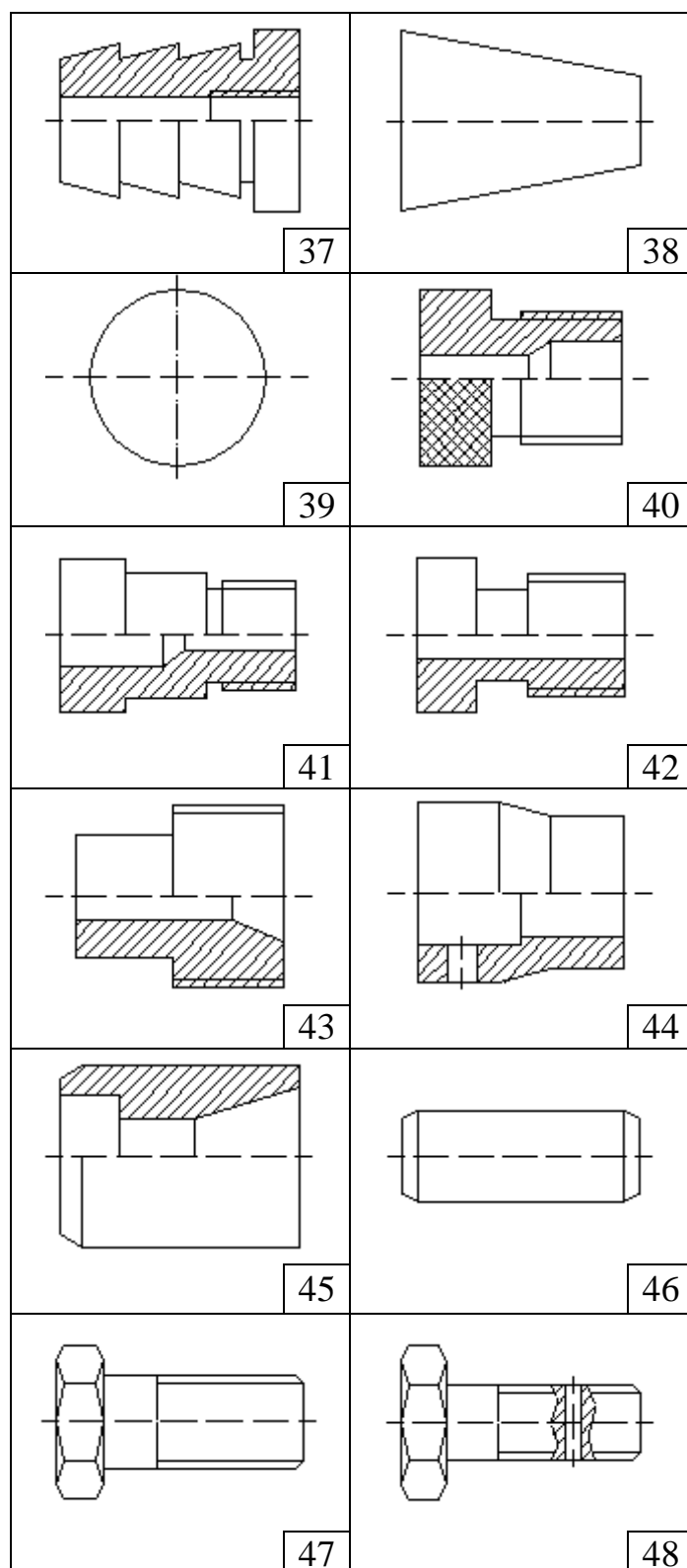
## Приложение 2

Варианты контуров деталей, подлежащих группированию



Продолжение прил. 2





## Приложение 3

### Пример расчета на ЭВМ

Таблица исходных данных

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11
a1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
a2	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1
a3	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0
a4	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
a5	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
a6	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
a7	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0

Таблица мер близости

	a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7
a1	1	0,88321	0,82876	0,7707	0,96799	0,82876	0,96799
a2	0,88321	1	0,82876	0,7707	0,88321	0,9918	0,88321
a3	0,82876	0,82876	1	0,93076	0,93076	0,7707	0,82876
a4	0,7707	0,7707	0,93076	1	0,7707	0,82876	0,88321
a5	0,96799	0,88321	0,93076	0,7707	1	0,82876	0,96799
a6	0,82876	0,9918	0,7707	0,82876	0,82876	1	0,82876
a7	0,96799	0,88321	0,82876	0,88321	0,96799	0,82876	1

*Мера близости = 0,94*

1-я группа [1, 5, 7] Потенциал группы: 0,9679

2-я группа [2, 6] Потенциал группы: 0,9918

3-я группа [3] Потенциал группы: 1

4-я группа [4] Потенциал группы: 1

*Мера близости = 0,9*

1-я группа [1, 5, 7] Потенциал группы: 0,9679

2-я группа [2, 6] Потенциал группы: 0,9918

3-я группа [3, 4] Потенциал группы: 0,9307

*Мера близости = 0,85*

1-я группа [1, 2, 5, 7] Потенциал группы: 0,9256

2-я группа [3, 4] Потенциал группы: 0,9307

3-я группа [6] Потенциал группы: 1

*Мера близости = 0,82*

1-я группа [1, 2, 3, 5, 7] Потенциал группы: 0,897

2-я группа [4, 6] Потенциал группы: 0,8287

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ .....	3
2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	3
2.1. Используемый математический аппарат.....	3
2.2. Алгоритмы группирования.....	5
2.3. Описание групп деталей .....	7
2.4. Анализ технологичности деталей группы.....	8
2.5. Применение ЭВМ для группирования объектов.....	9
2.6. Пример группирования деталей.....	10
3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ .....	13
4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....	13
5. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	14
Приложение 1 .....	15
Приложение 2 .....	18
Приложение 3 .....	21