

На правах рукописи

ШИРЯЛКИНА Александр Федорович

**ФОРМИРОВАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ
МНОГОУРОВНЕВОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН
ДЛЯ РАЗРАБОТКИ КОМПЛЕКСА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ
ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ**

Специальность:

05.13.12 - Системы автоматизации проектирования (промышленности)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Ульяновск - 2004



Работа выполнена в проблемной лаборатории «Классификатор»
Ульяновского государственного технического университета

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Ефимов Владимир Васильевич

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Соснин Петр Иванович,

доктор технических наук, профессор
Кудрин Борис Иванович.

Ведущая организация: ЗАО «Авистар СП»

Защита диссертации состоится « 8 декабря » 2004 г. в «15» часов на заседании диссертационного совета Д 212.277. 01 при Ульяновском государственном техническом университете по адресу: Ульяновск, ул. Северный Венец, 32

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Ульяновского государственного технического университета

Автореферат разослан « 3.11. » 2004 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
д. т. н., профессор



Казakov М. К.

2005-4
21740

924294

3

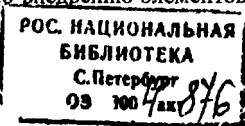
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. С начала нового тысячелетия в российском машиностроении, в том числе и в периферийных регионах, наметился определенный процесс по возрождению серийного производства. Однако этот процесс, решающий проблемы занятости населения, как и повышения его благосостояния, идет очень медленно вследствие крайней ограниченности ресурсов. При этом главными направлениями усилий коллективов предприятий является достижение высокой оперативности, гибкости и особенно качества производственного процесса. Поэтому особое значение приобретают разработка и широкое внедрение системных методов технологической подготовки, в основе которой лежит унификация. Среди этих методов наиболее известным является групповой. Групповой метод изготовления деталей машин был разработан и впервые внедрен проф. С. П. Митрофановым еще в начале 50-х годов. Его внедрение позволяет сократить сроки технической подготовки производства новых изделий, повысить производительность труда, обеспечить снижение себестоимости продукции, поднять техническую культуру производства и уровень его организации. Однако, несмотря на значительные усилия специалистов, широкого внедрения этого метода в производство не произошло. Одной из основных причин этого является отсутствие удобной и гибкой системы технологической подготовки группового производства, а также недостаточная степень ее автоматизации. Актуальной задачей в этом аспекте является разработка качественной классификационной системы (КС) информации о деталях машин, адекватной конкретному исследуемому машиностроительному производству. При этом необходимо чтобы классификация сколь возможно близко приближалась к естественному типу, т. е. максимально четко отражала производственные процессы.

Цель работы: повышение экономической эффективности технологической подготовки производства за счет разработки и применения многоуровневой классификации деталей машин естественного типа.

Для достижения цели необходимо решить следующий комплекс задач.

1. Создать концептуальный подход к разработке и применению многоуровневых КС с существенными признаками и структурой адекватно соответствующей структуре производства.
2. Разработать принципы и методы формирования КС с существенными классификационными признаками и адекватной структурой.
3. Дать понятийный аппарат для построения четкой терминологии классификационных признаков и их группировок.
4. Сформировать состав классификационных признаков и структуру новой КС для поуровневого решения задач технической подготовки производства.
5. Разработать на основе многоуровневой структуры концепцию автоматизированной системы технической подготовки производства.
6. Разработать практические мероприятия по внедрению элементов автоматизированной системы.



Научная новизна. В работе выдвинуты, теоретически обоснованы и доведены до практического применения следующие принципиально новые положения.

1. Концепция классификационной системы естественного типа, позволяющая решать задачи технологической подготовки производства на каждом из системно-технологических уровней с необходимой точностью.

2. Новые принципы информационного отбора (принцип технологической геометризации и принцип приоритетности применения большего размера), позволяющие сформировать механизм информационного отбора признаков деталей для классификаций естественного типа.

3. Понятие технологической значимости конструктивно-технологических элементов детали как меры оценки их существенности, позволяющее выстроить таксономический ряд категорий их признаков, рационально соответствующий структуре естественной классификации.

4. Периодическая система высших таксонов, как начало естественной структуры КС, позволяющая оптимизировать построение классификации для рационального построения систем автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП).

5. Методология поуровневого проектирования задач САПР технологических процессов, позволяющая снизить затраты времени и средств на технологическую подготовку производства.

Практическая ценность и реализация работы.

1. Разработана методика классификации и кодирования информации о деталях, позволяющая существенно сократить время подготовки информации.

2. Сформированы методика и алгоритм автоматизированного группирования деталей машин на основе критерия расчетной трудоемкости (мощности) производственного подразделения (участка), рассчитанной, исходя из нормы его управляемости.

3. Созданы методика и постановка задачи автоматизированного расчета укрупненной трудоемкости обработки заготовок на ЭВМ, позволяющая варьировать количество исходных данных в зависимости от требуемой точности расчета.

4. Разработан и внедрен системный определитель наименований нового типа, представляющий каждое системное наименование детали в виде однозначного соответствия ее обобщенной форме, что позволяет такому наименованию быть четким основанием для автоматизированного решения задач подготовки и управления производством.

5. Предложен ряд рабочих документов для осуществления системной технологической подготовки производства, опирающиеся на классификацию деталей машин естественного типа.

Апробация работы. Основные выводы и постулаты работы доложены на конференциях (1986 - 2003 гг.) и симпозиуме по классификации (1990 г.), защищены статьями в центральной печати, проверены и внедрены на предприятиях. Внедрения системной технологии и классификационных методов про-

водились на 3-х предприятиях Ульяновска (ОАО Авиастар, 1979-1988 гг.; Утес, 1990-1992 гг.; ЗАО СВПК, 2002 г.), по результатам издана монография.

Основные положения, выносимые на защиту как результаты исследований, проведенных в разное время в УЛГТУ (проблемная лаборатория «Классификатор») и на отдельных предприятиях - ОАО Авиастар, УЗТС, УКБП, ОАО Утес и ЗАО СВПК и др.

1. Концептуальные положения классификационно-эволюционного подхода к формированию КС естественного типа.
2. Принципы и методы формирования КС естественного типа.
3. Исходная периодическая классификация деталей машин как система их высших таксонов.
4. Структура таксономических категорий информации о детали.

Структура и объем работы. Диссертация включает 5 разделов общим объемом 170 страниц машинописного текста, библиографический список (225 наименований), приложение на 75 страницах, 37 рисунков, 86 таблиц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, ее практическая значимость, сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе показано, что имеющиеся классификационные системы не удовлетворяют в полной мере требованиям системности структур и содержанию признаков. Наиболее совершенной в признаковом отношении системой, обладающей обширным и отработанным составом признаков и сравнительно развитой терминологией, является классификатор ЕСКД. Однако и этот классификатор, из-за жесткости большей части своей структуры, к сожалению, не подлежит простой доработке. Остались также не выявленными методы создания новой структуры. В качестве общего подхода к построению новой системы, учитывая недостатки исследуемых классификационных систем, предлагается произвести системный анализ серийного производства, синтезируя по его результатам существенные признаки и структуру новой классификационной системы, соответствующей логике производства.

Во второй главе, в рамках концепции классификационно-эволюционного подхода, представлен системный анализ машиностроительного производства, которое с системной точки зрения представляет сложную открытую человеко-машинную систему, обладающую слабыми взаимодействиями и слабыми взаимосвязями. Последнее обстоятельство определяет большую инерционность его управления в реальном масштабе времени, что при высокой динамичности производственной системы накладывает определенные критерии на методы ее исследования. Основной динамики производства являются потоковые процессы. В сфере материально-технического производства следует выделить два основных типа потоков: материальный и информационный. Информационный поток (ИП) сопровождает материальный и является некоторой системой сообщений, необходимой для управления и контроля производства. В позвоночном столбе всего производственного организма проходит главный

информационный поток - информация о детали основного производства (рис. 1).



Рис. 1. Модель системной технической подготовки и управления машиностроительным производством на основе ИП информации о детали

Этот поток определяет суть и причину существования всего производственного процесса и управляет всеми другими ИП. При этом каждому его уровню соответствуют определенные производственные уровни.

Учитывая большую сложность информации о детали и необходимость работы с ней участникам производства в реальном шаге времени, определена основная задача создания оптимизированной системы подготовки и управления производством, как четкое распределение уровней информации о детали по уровням производственного процесса. Таким образом, проблема заключается в том, чтобы информация о детали, необходимая каждому участнику для действий по управлению производством имела максимально простые и короткие информационные связи (ИС) с объектом управления. Оптимизации процесса прохождения ИП заключается в минимизации указанных в них параметров. В последовательной реализации данной задачи и строился процесс технической подготовки и управления производством. В первую очередь минимизировали количество ИС, исключали ненужные. Практически для этого проводилась техническая проработка и унификация деталей. Качественная унификация может существенно сократить (на 20-30%) трудоемкость дальнейших работ технологической подготовки производства (ТПП) и значительно повысить серийность производства. Однако, далеко не всегда на конкретных предприятиях с достаточно сложной номенклатурой деталей, унификация проводится с должным качеством, т. к. ее процесс для устоявшегося производства сложен и болезнен, особенно если она проводится «вручную». Поэтому предложена разработка информационно-поисковой системы конструкторско-технологического назначения (ИПС КТН), автоматизация которой также и минимизирует время прохождения управляющего сигнала. Одним из организующих принципов создания любой сложной системы, в том числе и производственной, является *обратная связь*. В качестве этого элемента некоторой комплексной системы предложена система автоматизированного расчета трудоемкости (САРТ). Ее роль заключается в расчете основной оценочной информации функционирования любого производственного процесса - функционального времени, его учета на всех уровнях развития. Остается еще один критерий, выполнение которого необходимо для первичной реализации архитектуры проекта комплекса - согласованность информационных потоков и связей в производственном пространстве и времени. Функцию такого согласования, отдала автоматизированной системе оперативно - календарного планирования. Таким образом, можно резюмировать основную последовательность реализации комплексной автоматизированной системы технической подготовки и управления производством (КАС ТеПУП) (таб.1).

Принцип многоуровневости предполагает рассмотрение информации о детали по некоторым уровням, рационально соответствующим традиционно сложившимся в серийном машиностроительном производстве формам ТПП, и составляющим, вместе с тем, единую систему. Анализ указанных форм говорит о том, что средний процент присутствия каждой в ТПП предприятий различного типа составляет достаточную долю для их автоматизации. Можно поставить в примерное соответствие технологическим уровням решения уровни

Таблица. 1
Основные направления работ и критерии управляемости при реализации КАС ТеПУП

№ п/п	Направления работ по внедрению КАС ТеПУП	Критерии оптимизации качества управления производством по ИП и ИС
1	технологическая проработка и унификация;	количество ИС; разветвленность ИС; длина ИС;
2	разработка информационно-поисковой системы конструкторско-технологического назначения;	системность ИС; время прохождения прямого управляющего сигнала по ИП и ИС;
3	разработка системы автоматизированного расчета трудоемкости;	время прохождения обратного управляющего сигнала по ИП и ИС
4	разработка системы оперативно-календарного планирования (АС ОКП)	согласованность информационных потоков и связей в производственном пространстве и времени;

представления информации в различных типах автоматизированных систем (табл. 2).

Таблица 2
Соответствие технологических уровней типам автоматизированных систем

№ уровня	Технологических уровни	Типы систем
1-й	Оценочный (технологически-бездokumentный)	видовой классификатор
2-й.	Маршрутный	АСТПП
3-й	Операционный	САПРТП
4-й	СЧПУ	САПР УП

Исходя из назначения данных уровней как элементов многоуровневой информационной системы, их назвали системно-технологическими уровнями представления информации. Исследованием установлено рациональное количество исходной информации на каждом системно-технологическом уровне, которое представлено как обобщенная количественная модель системы, показывающая распределение потока информации о некоторой детали по этим уровням (рис.2). Качественная модель системы (рис.3) получена путем исследования стабильности классификационных признаков в ходе эволюции производственного процесса, как результат поэтапного мышления его участников.

Отметим, что процесс исследования по созданию качественной КС выявил необходимость разработки **новых** принципов информационного отбора: принципа технологической геометризации и принципа приоритетности применения большего размера. Сущность первого из них заключается в нахождении точного признака детали качественно соответствующего технологическому фактору ее изготовления в данном типе производства; второго - в наибольшей вероятности выбора системой в процессе проходящего отбора размера большего значения.

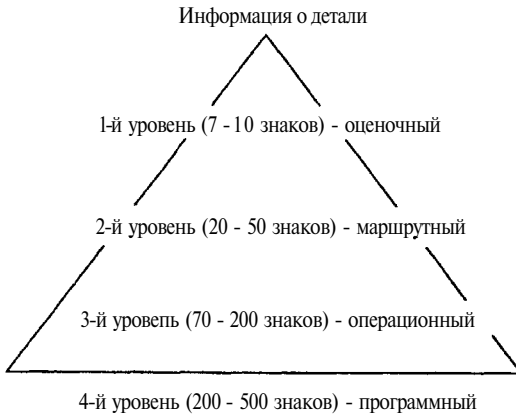


Рис. 2. Обобщенная количественная модель многоуровневой системы

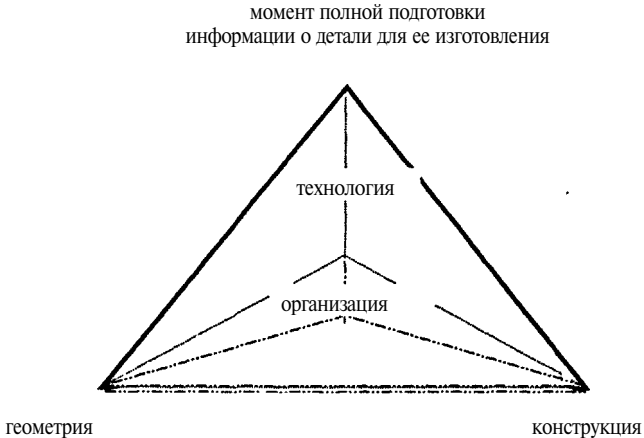


Рис. 3. Качественная информационная модель КС

В третьей главе изложены теоретические основы построения классификационных систем деталей машин. Формирование классификационных признаков с помощью этих принципов, как действие механизма информационного отбора, целесообразно рассматривать как взаимодействие факторов технологической системы с индивидами информации о детали (рис. 4). Этот механизм может работать и в обратном направлении, т. е. синтезировать классифицированные компоненты технологической системы. При этом фактически его работа - создание САПР ТП.

Для оценки существенности конструктивно-технологического элемента (КТЭ), при определении последовательности построения КС, введено понятие его технологической значимости как произведение качественной (частота его геометрия

конструкция



Рис. 4. Схема механизма информационного отбора (взаимодействие технологической системы с заготовкой для получения классификационных признаков детали)

повторения в рассматриваемой номенклатуре) и количественной (трудоемкости обработки) характеристик. Величину технологической значимости каждого вида элемента $З_j$, можно представить как меру качественного и количественного влияния указанных технологических факторов изготовления этого вида элемента на формирование обобщенного конструктивно-геометрического образа всей детали и определить следующим соотношением:

$$З_j = \frac{Ч_j \cdot Т_{срj}}{100}, \quad (1)$$

где $Ч_j$ - частота применения j -того вида элемента в номенклатуре, %; $Т_{срj}$ - средняя относительная трудоемкость обработки j -того вида элемента, %.

По результатам исследований технологической значимости элементов деталей, согласно данным регионального банка информации о деталях, их множество разделено на три типа: А - основные (ОЭ), В - дополнительные (ДЭ) и С - вспомогательные (ВЭ). Средние величины значимостей этих типов существенно отличаются друг от друга, что представлено на гистограмме (рис. 5).

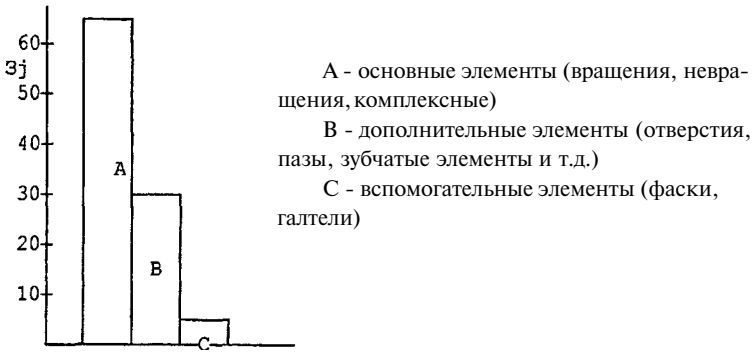


Рис. 5 Гистограмма распределения элементов деталей по средней значимости

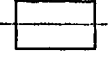
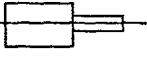
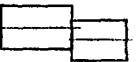


Тогда, можно считать, что тип А - *основной элемент детали*, т. е. наибольшая по площади геометрическая поверхность детали, характеризующая основной вид технологической обработки и имеющая наиболее высокий показатель значимости; тип В - *дополнительный элемент детали*, конструктивный элемент детали, дополняющий ее основную форму и имеющий средние показатели значимости; тип С - *вспомогательный элемент*, элемент с наименьшей величиной значимости. Исходя из понятия ОЭ, построена система высших классификационных группировок деталей машин как исходную часть КС (табл. 3). Наивысший таксон, задающий наиболее общую характеристику элементного состава деталей, - тип, дает и первичное распределение по технологической сложности изготовления. Подтип отвечает за взаиморасположение центральных осей ОЭ, т. е. скелетную форму детали, изменение которой технологически влияет на выбор приспособления и оборудования. Три класса определяют объемную форму деталей, реализуя технологическое соответствие формы деталей каждого из классов группам оборудования. В полученной сетке подклассов последовательное усложнение формы деталей и технологии их изготовления периодически повторяется для каждого класса.

Нетрудно заметить, что все классификационные группировки в таблице 3, состоящие из 24 подклассов, расположены в порядке четкого периодического усложнения геометрическо-технологической структуры входящих в них деталей. Кроме того, с ее помощью можно описать не только все множество имеющихся деталей машин, а также и все их виды, которые когда-либо могут быть сконструированы. С этой точки зрения система обладает свойством предикативности (предсказательности), что согласуется с общими свойствами естественных систем. Характерно и то, что изменение сложности деталей внутри самих периодов находится в определенном соответствии с законом информационного отбора (гиперболического распределения). Таким образом, приближая принятую классификацию к естественному типу, периодичность структуры подтверждает как правильность примененной нами принципов - гипотез, так и существенность классификационных признаков.

Таблица 3.

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ВЫСШИХ ТАКСОНОВ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

(Исходная структура классификации)

Т И П Ы	элементарные (из одного ОЭ)	однородно-комбинированные (из 2-х и более ОЭ одного класса)				неоднородно-комбинированные (из двух и более ОЭ разных классов)		
КЛАССЫ ДЕТАЛЕЙ И ИХ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ	П О Д Т И П Ы							
	 с одной прямой центральной продольной осью	 с совмещенными осями, при значительном отличии основных размеров ОЭ (соосные ОЭ)	 с двумя или несколькими параллельными прямыми осями	 с двумя или несколькими прямыми осями под углом друг другу	 с одной или несколькими изогнутыми осями	3 вида комбинации ОЭ двух разных классов	3 вида комбинаций ОЭ 2-х разных классов	6 видов комбинаций ОЭ 3-х разных классов
П О Д К Л А С С Ы								
ВРАЩЕНИЯ	круглые, (диски, шестерни, кольца, валы, штоки и др.) В	Круглые ($D1/D2 > 1,6$) - (диски, шестерни, кольца, валы, штоки и др.) ВС	эксцентриковые (эксцентрики, кривоштыпы, колебала) ВП	разветвленные вращения (угольники, тройники, крестовины) ВР	круглые с изогнутыми осями (пружины, индукторы, змеевики и др.) ВИ	вращения-невращения (кулачковые) ВН	вращения-многооперационные (тяги, серьги и др.) ВМ	комбинации на основе элементов вращения (корпусные) ВК
НЕВРАЩЕНИЯ	плоско-комбинированные (шпанки, листы, плиты и др.) Н	плоско-комбинированные (шпанки, листы, плиты и др.) НС	объемно-профильные (уголки, тавры, швеллеры и др.) НП	разветвленные невращения (плоскостные профильные) НР	плоскообразные (азродняические, пружины невращения и др.) НИ	невращения - вращения (фланцы, корпуса, кронштейны) НВ	невращения-многооперационные (корпуса, кронштейны) НМ	комбинации на основе элементов невращения (корпуса, кронштейны) МК
КОМПЛЕКСНЫЙ (МОДУЛЬНЫЙ)	ушкообразные (ушки, вилки, бонки, хомуты) М	(тяги, серьги, петли и др.) МС	(тяги, серьги, и др.) МП	(рычаги, шатуны, кулисы) МР	ушкообразные изогнутые МИ	многооперационные-вращения (тяги, переключатели и т.д.) МВ	многооперационные-невращения МН	комбинации на основе многооперационных элементов МК

Вышеуказанные принципы отбора сохраняются и для построения других классификационных уровней. В последовательности этого отбора для каждой его ступени (таксона) определяется четкое соответствие между конструктивно-геометрической информацией о детали и технологическими факторами ее обработки. Заметим также, что при этом мы формируем постановку решений отдельных задач САПР ТП, которые могут уточняться в последовательности отбора на каждом уровне. В целом, указанная система образует идеологию генерирующей САПР ТП, практическая реализация которой определит некоторую экономическую эффективность разрабатываемой структуры КС. Таким образом, эффективность системы в некой области функционального производственного пространства зависит от величины ячейки структуры КС, то есть чем мельче, тоньше системная структура информации о детали, тем больше экономический эффект на единицу объема производственного пространства мы получим при ее автоматизации. Следует отметить, что важную часть работы по созданию САПР составляет разработка теоретического языка терминологии системы. В настоящей работе приводятся некоторые теоретические определения таксономических категорий, составляющих элементы этого языка, (табл. 4).

В четвертой главе рассмотрены методы и пути формирования конкретных классификационных структур, а также приведены примеры их создания и использования. Исходя из принципа технологической геометризации, структуру конкретных признаков следует формировать на основе предварительного анализа технологических факторов, влияющих на форму детали, по их сложности. Таким образом, выделены следующие методы формирования классификационных структур:

- метод геометризации по оборудованию;
- метод геометризации по приспособлению;
- метод геометризации по инструменту

Сущность применения этих методов состоит в нахождении геометрическо-конструктивных признаков деталей, проявляющихся под рациональным воздействием конкретных технологических факторов в процессе информационного отбора. На основе созданной с их помощью классификационной структуры проводилась работа по систематизации технологической подготовки производства на одном из предприятий Ульяновской области (ЗАО Срене-Волжская Промышленная Кампания). Детали были сгруппированы по нескольким критериям конструктивно-технологического подобия, разработаны предложения по унификации, ряд других работ, по которым сформированы документы: ведомость информации о детали, информационно-маршрутная ведомость и др. Например, в указанной форме, в сравнении с традиционными документами ведомость информации о детали объединяет 3 автономных документа. При необходимости можно пользоваться каждым из них в отдельности.

Таксономические категории информации о деталях

N \п	Таксон	Определение таксона
1	2	3
1	Тип	Наивысший таксон категоризованной информации о детали определяющий наиболее обобщенный количественно-качественный состав ОЭ детали и соответственно наиболее общее представление о технологической сложности ее изготовления
2	Подтип	Один из высших таксонов, выделяющий информацию о детали по ее структурной сложности. Наиболее обобщенная, структурная (скелетная) сложность детали по взаимоположению ОЭ, вызывающая необходимость разделения по степени сложности оборудования или приспособлений
3	Класс	Один из высших таксонов, выделяющий информацию о детали по началу визуально-различимого (объемного) формообразования на уровне общей схемы формообразования ОЭ и определяющих типы технологического оборудования по типам формообразующих движений (вращения, невращения, комплексные)
4	Подкласс (j-ый уровень, исходный)	Один из высших таксонов, выделяющий информацию о детали по первичному оощему структурно-объемному формированию, разделяет множество деталей по периодической сетке из 24 подклассов. Получение способов основной обработки в порядке их приоритетности (на уровне схемы основного маршрута)
5	Над-семейство	Таксон, выделяющий информацию о детали по отбору конкретизированных форм (цилиндрических, конусных, криволинейных). Разделение технологии по отдельным и приемам обработки
6	Семейство	Таксон, выделяющий информацию по отбору конкретизированных форм детали путем разделение по отдельным семействам ОЭ. Уточнение технологической системы путем определения классов инструмента и приспособления
7	Род (1-й уровень, бездокументный)	Таксон, выделяющий информацию о детали по размерному закреплению границ поверхности путем введения габаритных размеров L, D (L, B, H).. Определяется схема маршрута обработки, типоразмер оборудования и СТО
8	Надпорядок	Таксон, выделяющий информацию о детали до уровня некоторой первичной материализации, выражающаяся в проявлении тенденции документального отбора. Путем расчета отношения габаритных размеров и особенности формы определяется рациональная заготовка
9	Порядок	Таксон, выделяющий информацию о детали по дальнейшему отбору конкретных форм по расположению основных элементарных поверхностей (например порядок ступенчатости поверхности). Определение вида основной обработки, СТО, уточняется схема маршрута
10	Прото-вид	Таксон, продолжающий более тонкую структуризацию информации о детали засчет ввода качественных характеристик для ДЭ, Определение вида дополнительной обработки, СТО, уточняется схема маршрута, уточнение решения задачи выбора маршрута

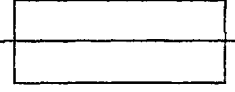
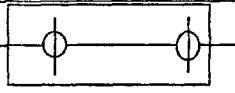
1	2	3
11	Надвид	Таксон, определяющий более конкретное очертание ее поверхности путем количественного отбора видовых форм КТЭ. Определение количественных характеристик одинаковых (подобных) КТЭ, в том числе ДЭ и соответственно числа операций ТП механической обработки
12	Вид (2-й уровень, маршрутный)	Таксон информации о деталях, обозначающий начало сгущения информационного их потока и четкого проявления формы путем введения размеров ОЭ и определяющих размеров ДЭ. определяющий четкое проявление очертания поверхности детали и соответственно технологическое описание достаточное для формирования маршрутного ТП ее обработки
14	Подвид (3-й уровень, операционный)	Таксон, определяющий более конкретное очертание ее поверхности, включая размеры дополнительных элементов поверхности и соответственно дополнительные виды обработки
15	Разновидность (4-й (ТП с ЧПУ)	Таксон, определяющий оптимально конкретное очертание ее поверхности путем отбора форм с максимально возможной степенью дискретности, визуально приближающейся к непрерывной. Введение размерных характеристик взаимного положения ОЭ и ДЭ, а так же размеров ДЭ 3-го ранга и соответственно доведение степени дискретизации ТП до уровня достаточного для проектирования программ ЧПУ
16	Особь (деталь)	Таксон, определяющий отбор форм с максимально полной (необходимой и достаточной) информацией о детали, определяющей на данном уровне ее четкое функциональное назначение для данной модификации изделия. Полная конструкция детали, включая информацию о термообработке, покрытии, упрочнении и др. видах спецобработки. Разработка полномасштабного ТП для каждого уровня представления информации

В целом такой документ, в данных конкретных условиях, обладает более высоким качеством относительно требований удобства и различимости представления ИД детали.

Особый интерес представляет разработка документа, объединяющего системные определители (ограничители) видов деталей (СОД) и их наименований (СОН), предназначенных для начального этапа проведения унификации изделий, а также эффективного решения некоторых других задач ТПП. Часть этого документа представлена в табл. 5.

Каждый знак кода СОН представляет собой некоторый узел связи, своеобразную матричную ячейку, получающуюся при пересечении управляющего кода - маршрута (вертикального потока информации) и исходящими из него горизонтальными информационными потоками низших уровней: заготовок, оборудования, инструмента и т. д. Если рассматривать производство в целом, его системная информация - суть матрица сложной сотовой структуры, а СОД - информация ее верхних уровней, своего рода ключ-определитель, ею управляющий. Заметим, что иерархически независимый (гибридный) тип структуры кода СОД гармонически созвучен полицентрическому построению, являющемуся ведущей парадигмой современных систем управления производством.

Системный определитель наименований и видов деталей (фрагмент)

Вид таксонов		Код таксона
Класс: вращения		В
Подкласс: круглые		ВК
Семейство: осеобразные		ВКО
Надпорядок: гладкие		ВКОГ
Эскизы видов	Наименования и краткое описание видов	
	Ось (гладкая) Нормальной точности [IT = 12]	ВКОГО
	Ось гладкая точная (штифт) [IT < 12]	ВКОГТ
	Ось гладкая с отверстиями	ВКОГС

Таким образом, внедрение СОД является определяющим условием для создания оптимизированной системы управления производством, первая стадия которой - разработка ИПС, практически реализующей предложенную структуру информации. Вторая стадия - проведение более тонкой структуризации информационного производственного пространства с одновременной организацией обратной связи с верхними управляющими уровнями, т. е. разработка САРТ. Третья - разработка АС ОКП с ежесуточной выдачей четкого и гибкого графика запуска заготовок в производство. Эта система - результат информационного взаимодействия и слияния двух предыдущих, логически заканчивающая процесс первичной информационной структуризации производства в рамках КАС ТеПУП. Обобщенная функциональная схема первого этапа разработки этой системы приведен на рис. 6.

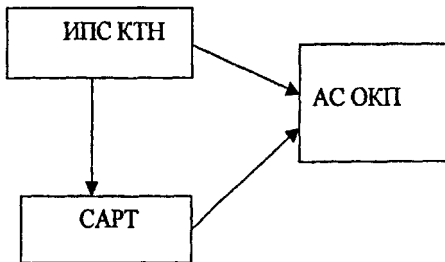


Рис 6. Обобщенная функциональная схема КАС ТеПУП

Дальнейший процесс непрерывного совершенствования КАС ТеПУП заключается в разработке и внедрении в автоматизированном режиме множества задач, в том числе и указанных выше, каждая из которых будет добавлять в фонд производства некоторую частичку экономической эффективности. Разработка и внедрение указанных задач входит в процесс реализации САПР, который обозначает начало второго этапа внедрения КАС ТеПУП. Второй стадией этого этапа является разработка и внедрение систем управления качеством предприятия, а также логистических задач по оптимизации материально-технических операций и сбыта

Информационно-поисковая система конструкторско-технологического назначения - это человек-машинная система, предназначенная для оперативного поиска конструктивно-технологической информации и решения на этой основе разных технических задач, а также ведения базы данных в реальном шаге времени. Одной из основных задач, решаемых в ИПС, является группирование деталей машин по конструктивно-технологическим характеристикам. Сущность группирования заключается в выделении наиболее распространенных групп деталей в условиях конкретного предприятия, для изготовления которых целесообразно формирование групповых производственных подразделений (поточные линии, цеха, участки и др.). Универсальным критерием оптимизации рассматриваемой задачи, по нашему мнению является расчетная трудоемкость группового производственного подразделения (цех, участок, линия, ГПМ), рассчитанная исходя из нормы его управляемости. Норма управляемости для мастера, выражаемая числом рабочих мест, определяется по следующей формуле:

$$N_y = \frac{50}{C_p^{0,53} K_3^{0,048}}, \quad (2)$$

где C_p - средний разряд работ на участке,

K_3 - Коэффициент закрепления операций (для мелкосерийного производства $K_3 = 20 - 40$).

Зная действительный годовой фонд времени $\Phi_{дм}$ работы единицы оборудования, находящихся на принятых рабочих местах, можно вычислить действительный годовой фонд времени $\Phi_{до}$, который может быть выработан групповым производственным подразделением:

$$\Phi_{до} = \Phi_{дм} N_y, \quad (3)$$

Таким образом, в качестве основного критерия группирования принят фонд времени $\Phi_{до}$, вырабатываемый групповым производственным подразделением (цех, участок, линия, ГПМ). Известно, что действительный фонд времени работы подразделения складывается из норм времени обработки единичных заготовок деталей. Следует также отметить, что на этапе предварительного группирования сведений о трудоемкости обработки каждой детали еще нет, т. к. они появляются только после разработки технологического про-

цесса. Следовательно, для качественного решения задачи группирования необходимо присутствие данных о трудоемкости каждой детали на начальных этапах ТПП, т.е. возникает необходимость разработки задачи предварительного расчета трудоемкости механической обработки заготовок деталей. Для решения этой задачи предлагается использовать САРТ.

САРТ состоит из 7-ми подсистем, часть которых повторяет состав ИПС, однако в содержании самих подсистем в указанных системах имеются значительные отличия. Совпадение и подобие большинства подсистем в системах САРТ и ИПС как раз и подсказывает целесообразность их соединения в единый комплекс. При этом сокращается общее количество подсистем в комплексе относительно их суммы в отдельных системах, а также экономятся время и затраты на их разработку и внедрение. С другой стороны следует уточнить, что каждая из указанных автоматизированных систем - автономна, поэтому, в зависимости от требований предприятия-заказчика, может использоваться отдельно. В целях уточнения потребности предприятий в системной автоматизации ТеПП, в течении 2003 года проведено дополнительное обследование ряда машиностроительных производств г. Ульяновска. Результаты показали определенный интерес к разработке и внедрению КАС ТеПУП на следующих обследованных предприятиях: Авиастар, ОАО УАЗ, ЗАО СВПК, Сервис Газ. При этом интерес, проявленный к системам комплекса был не однозначным и представлен в табл. 6.

Таблица 6

Потребность предприятий г.Ульяновск в системах КАС ТеПУП

Предприятия	Системы		
	ИПСКТН	САРТ	АС ОКП
Авиастар	+	+	+
ОАО УАЗ	-	+	-
ЗАО СВПК	-	+	+
Сервис Газ	-	+	-

Как видно из таблицы, наибольший интерес был проявлен к системе САРТ, однако предприятия хотели бы иметь готовые системы или, по крайней мере, поставленные на ЭВМ контрольные примеры. Поэтому первоочередной задачей дальнейшего исследования является разработка и внедрение реальной постановки задачи именно на эту систему. При этом разработку этой системы, равно как и предыдущей (ИПС КТН) следует начинать с подсистем ввода и кодирования информации о детали, которые являются начальными в обеих системах.

В пятой главе изложена разработка организационно-методических мероприятий по практическому внедрению комплексной автоматизированной системы технической подготовки и управления производством. В первую очередь разработана методика классификации и кодирования для информации 1-го и 2-го уровней.

Рассмотрим пример классификации и кодирования деталей типа тел вращения (рис. 7). Сначала вводятся организационно-технологические данные

о детали, которые представлены в табл.7. Представляя наружную и внутреннюю поверхности (а не центральное отверстие, как в К. ЕСКД) вращения в виде самостоятельных основных элементов, а паз как дополнительный, получаем следующий код первого уровня: ВКВ2.Г.О3.П1 (см. табл. 3). Важно заметить, что если этой детали в процессе конструкторской подготовки дать системное наименование, например: «Втулка гладкая короткая», то при наличии соответствующего программного обеспечения первые 5 знаков кода могут назначаться автоматически.

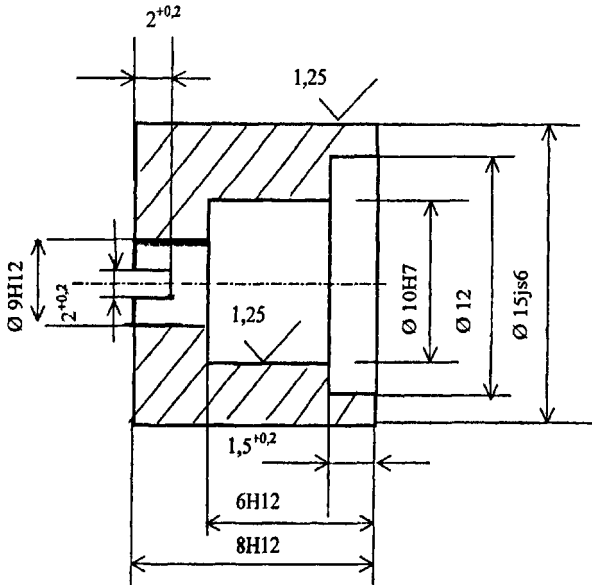


Рис. 7. Деталь втулкообразная (гладкая цилиндрическая с двухступенчатой цилиндрической внутренней поверхностью, с пазом)

Таблица 7

Организационно-технологические данные о детали

N/N n/n	Наименование вводимого признака	Значение признака
1	Длина детали (L)	8
2	Максимальный диаметр детали (D)	15 js6
3	Минимальный диаметр детали(d)	9
4	Годовая программа (шт)	100
5	Материал	Сталь 20
6	Заготовка	кр.20
7	Масса детали (кг)	0,023
8	Максимальный квалитет	js6

Заметим, что указанный набор организационно-технологических данных о детали также является оптимизированным. Он необходим и достаточен для решения одной из самых сложных задач ТПП - расчета трудоемкости обработки детали на данном (1-м, оценочном) системно-технологическом уровне представления информации. Способ представления указанной информации также максимально прост, что значительно сокращает время классификации и кодирования деталей по сравнению с известными КС. Например, в сравнении с технологическим классификатором деталей, все указанные признаки в табл. 5.3 представлены не в кодовом, а в истинном виде, что освобождает от необходимости потери времени на поиск кодировочных таблиц, а также затрат ментальной энергии на операцию кодирования. Практика показывает, что время ввода информации при этом сокращается в 1,5-2 раза и составляет 2 - 5 минут в зависимости от сложности детали. Следует также заметить, текстовый объем кодовых таблиц и самой методики кодирования, по сравнению с технологическим классификатором деталей, сокращается примерно в 25 раз.

В частности, в рамках организационных мероприятий по внедрению подсистем КАС ТеПУП, решены следующие основные задачи.

1. Разработана методика и алгоритм автоматизированного группирования деталей машин.

2. Разработана методика и математическая модель расчета укрупненной трудоемкости для деталей типа тел вращения.

3. Поставлена задача практического расчета укрупненной трудоемкости обработки заготовок деталей вращения.

4. Разработан алгоритм автоматизированного расчета.

5. Разработано программное обеспечение и показан пример расчета трудоемкости механической обработки заготовок деталей вращения на ЭВМ.

При этом, разработанные нами методы позволяют сократить количество ИД, необходимых для расчета, по сравнению с ИД базовой методики, в 2-3 раза. При этом погрешность вычислений возрастает всего на 5 - 10%. Таким образом, предлагаемые методы сжатия и автоматизации информационных процессов позволяют существенно сократить сроки технологической подготовки производства и повысить его общую экономическую эффективность.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

Это исследование является обобщением 25-летнего опыта внедрения групповой технологии и классификационных методов на ряде машиностроительных предприятий. В результате этого исследования решены следующие задачи.

1. Синтезирована концепция классификационно-эволюционного подхода.

2. Разработаны принципы и методы формирования КС с существенными классификационными признаками и адекватной структурой, позволяющие оперативно проектировать КС для условий конкретного предприятия.

3. Создана классификационная система, обладающая определенными задатками периодичности и предикативности, которые следует интерпретировать как признаки ее естественности.
4. Разработана удобная методология формирования систем автоматизированного проектирования техпроцессов.
5. Дан понятный аппарат для построения четкой терминологии классификационных признаков и их группировок.
6. На основе многоуровневой структуры разработана концепция автоматизированной системы ТеПП.
7. Разработаны методико-практические мероприятия по внедрению элементов автоматизированной системы, в том числе:
 - комплекс системно-технологической документации,
 - методика классификации и кодирования,
 - системные определители наименований и деталей,
 - система автоматизированного расчета трудоемкости.

Проведен ряд внедрений системных технологий на предприятиях. Последнее из них проходило на ЗАО СВПК в рамках договора, в результате которого получен экономический эффект 700 тыс. рублей. В целом следует констатировать, что поставленная нами цель достигнута.

8. Намечена последующая проблема - разработка нового направления развития системных технологий - видового, без которого, по глубокому убеждению автора, системная техническая подготовка не сможет достигнуть оперативного, гибкого и качественного внедрения.

По теме диссертации опубликованы следующие работы

1. Шириялкин А. Ф., Опыт применения укрупненной системы классификации на элементной основе //Авиационная промышленность. -1987. - N 4. -С.41-42.
2. Шириялкин А. Ф., Система кодирования и классификации механообрабатываемых деталей на основе технолого-конструктивных элементов// Авиационная промышленность. - 1988. - N 11. -С.65-67.
3. Ефимов В. В., Шириялкин А. Ф., Маченко Т. Н. Опыт применения классификатора ЕСКД //Стандарты и качество. -1990. - N 11. - С.49-51.
4. Шириялкин А. Ф., Ефимов В В., Епифанов В. В. О технологическом подходе к построению структур классификации деталей машин.// Стандарты и качество - 1994,- N8.
5. Шириялкин А. Ф.. О новых подходах к классификации деталей в условиях подготовки группового производства// Стандарты и качество, 1989, - N 9. - С.76-79.
6. Шириялкин А. Ф.. Применение классификационных методов при организации межотраслевого группового производства в Ульяновском регионе // Теория и практика классификации и систематики в народ ном хозяйстве: Тез. докл. всесоюзного научно-техн. симпозиума с международным участием 17-19 декабря 1990 г. - М., 1990. -С.126-127.

8. Шириялкин А. Ф., Епифанов В. В., Ефимов В. В. Классификация и кодирование деталей в интегрированной автоматизированной системе подготовки группового производства // Стандарты и качество, 1992. - N 11. - С. 56-58.

9. Шириялкин А. Ф., Ефимов В. В., Епифанов В. В. Методика расчета укрупненной трудоемкости обработки заготовок на основе элементно-технологического классификатора деталей машин. // Вестник машиностроения -1996.-N9. - С.39-41.

10. Шириялкин А. Ф., Епифанов В. В. Разработка методики расчета трудоемкости механической обработки заготовок в серийном производстве // СТИН.-1999.-N4.-С.30-32.

11. Шириялкин А. Ф., Ефимов В. В., Епифанов В. В. Расчет трудоемкости механической обработки заготовок на примере деталей невращения. // Вестник машиностроения - 2000.- N9. - С.40.-43.

12. Шириялкин А. Ф., Епифанов В. В. Разработка классификационной системы для автоматизации технологической подготовки группового производства. // Машиностроитель - 2001,- N9. - С.28.-32.

13. Шириялкин А. Ф. Разработка исходной структуры элементно-технологического классификатора деталей машин // Вестник машиностроения - 2003.-N6. - С.90-91.

14. Шириялкин А. Ф. Концепция технической подготовки и системного управления машиностроительным производством на основе информационно-группового подхода // Машиностроитель - 2003. - N12. - С. 23 - 27.

15. Шириялкин А. Ф., Потапов В. М. К вопросу создания системного определителя наименований деталей машин // Вестник машиностроения - 2004. -N8-С.56-62.

16. Шириялкин А. Ф. Формирование естественных классификаций деталей машин для применения в системах автоматизированного проектирования и управления/ А. Ф. Шириялкин.- Ульяновск: УлГТУ, 2004. - 151 с.

Перечень сокращений и терминов

- АС ОКП - автоматизированная система оперативно-календарного планирования
- ВЭ - вспомогательный конструктивно-технологический элемент детали
- ДЭ - дополнительный конструктивно-технологический элемент детали
- ИД - исходные данные
- ИП - информационный поток
- ИПС КТН - информационно-поисковая система конструкторско-технологического назначения
- ИС - информационная связь
- КС - классификационная система
- К. ЕСКД - классификационная система (классификатор) ЕСКД
- КТЭ - конструкторско-технологический элемент детали
- КАС ТеПУП - комплексная автоматизированная система технической подготовки и управления производством
- ОЭ - основной конструктивно-технологический элемент детали
- САПР ТП - система автоматизированного проектирования технологических процессов
- САРТ - автоматизированная система расчета трудоемкости обработки деталей
- СОД - системный определитель (ограничитель) деталей
- СОН - системный определитель (ограничитель) наименований
- СТО - средства технологического оснащения
- ТеПП - техническая подготовка производства
- ТПП - технологическая подготовка производства
- ТП - технологический процесс
- УТП - унифицированный технологический процесс

№ 21891

РНБ Русский фонд

2005-4

21740