

Ep. 6.7
412

TALLINNA POLÜTEHNILISE
INSTITUUDI TOIMETISED

ТРУДЫ ТАЛЛИНСКОГО
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

№ 412

СБОРНИК СТАТЕЙ ПО
МАШИНОСТРОЕНИЮ
XIII

ТАЛЛИН 1976

TALLINNA POLÜTEHNILISE INSTITUUDI TOIMETISED
ТРУДЫ ТАЛЛИНСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

№ 412

1976

УДК 658.512+621.9+681.3

Сборник статей по

МАШИНОСТРОЕНИЮ

XIII

Таллин 1976

ESTONIAN SCIENCE ACADEMY
INSTITUTE OF MATHEMATICS AND MECHANICS

1978

1978

1978-1979

ESTONIAN SCIENCE ACADEMY

INSTITUTE OF MATHEMATICS AND MECHANICS

1978



1978

УДК 658.512:681.3:621.910.71

Л.И.Зальцман, В.В.Степанов, А.А.Киммель,
Р.А. Кюттнер, Н.Н. Щеглов

АРХИТЕКТУРА И ВОПРОСЫ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ
МАШИННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

В статье рассматривается архитектура и вопросы внедрения автоматизированной системы технологического проектирования (АСТП) механической обработки турбинных лопаток [1], [2], разработанной кафедрой технологии машиностроения и отраслевой лабораторией ТПИ совместно с ВПТИэнерго-маш для Ленинградского завода турбинных лопаток.

В конструктивном отношении лопатка представляет собой компоновку отдельных унифицированных частей (рабочая, хвостовая, головная). Число модификаций и типоразмеров велико.

Обработка лопаток ведется серийно на поточных линиях со специализированными станками, что дает возможность использовать типовые технологические решения.

Технологический процесс обработки лопатки состоит из 50-70 операций. Трудоемкость его "ручной" разработки составляет около 60 чел/дней, поэтому автоматизация технологического проектирования с использованием ЭВМ весьма эффективна - снижает трудоемкость примерно в 15-20 раз.

Построение АСТП требует рассмотрения:

- комплекса технических средств;
- программного обеспечения;
- архивов данных;
- комплекта документов и методических материалов,

предназначенных для эксплуатации системы и расширения области ее использования;

- кадров специалистов, обученных для эксплуатации системы.

Для описываемой системы располагаемый комплекс технических средств - стандартный комплект ЭВМ "Минск-32"; предусматривается перевод системы на ЭВМ ЕС.

Программное обеспечение состоит из системного программного обеспечения (СМО "Минск-32"), целевых программ (для разработки отдельных этапов технологического процесса) и программ обслуживания архива данных. Учитывая перспективу развития технических средств, в качестве языков программирования использовались "Фортран" и "Кобол".

Архив данных функционально состоит из двух частей:

1) АТР - данные для алгоритмов технологических задач, представляемых в виде т.н. таблиц решений [2];

2) АСТО - данные описания типовых операций, типовые компоновки средств технологического оснащения и их данные [2].

На данном этапе развития АСТП "Лопатка" имеет архитектуру, представленную на фиг. 1.

1. КОД АСТП - подсистема кодирования данных очередной турбинной лопатки, для их перфорации и ввода в ЭВМ.

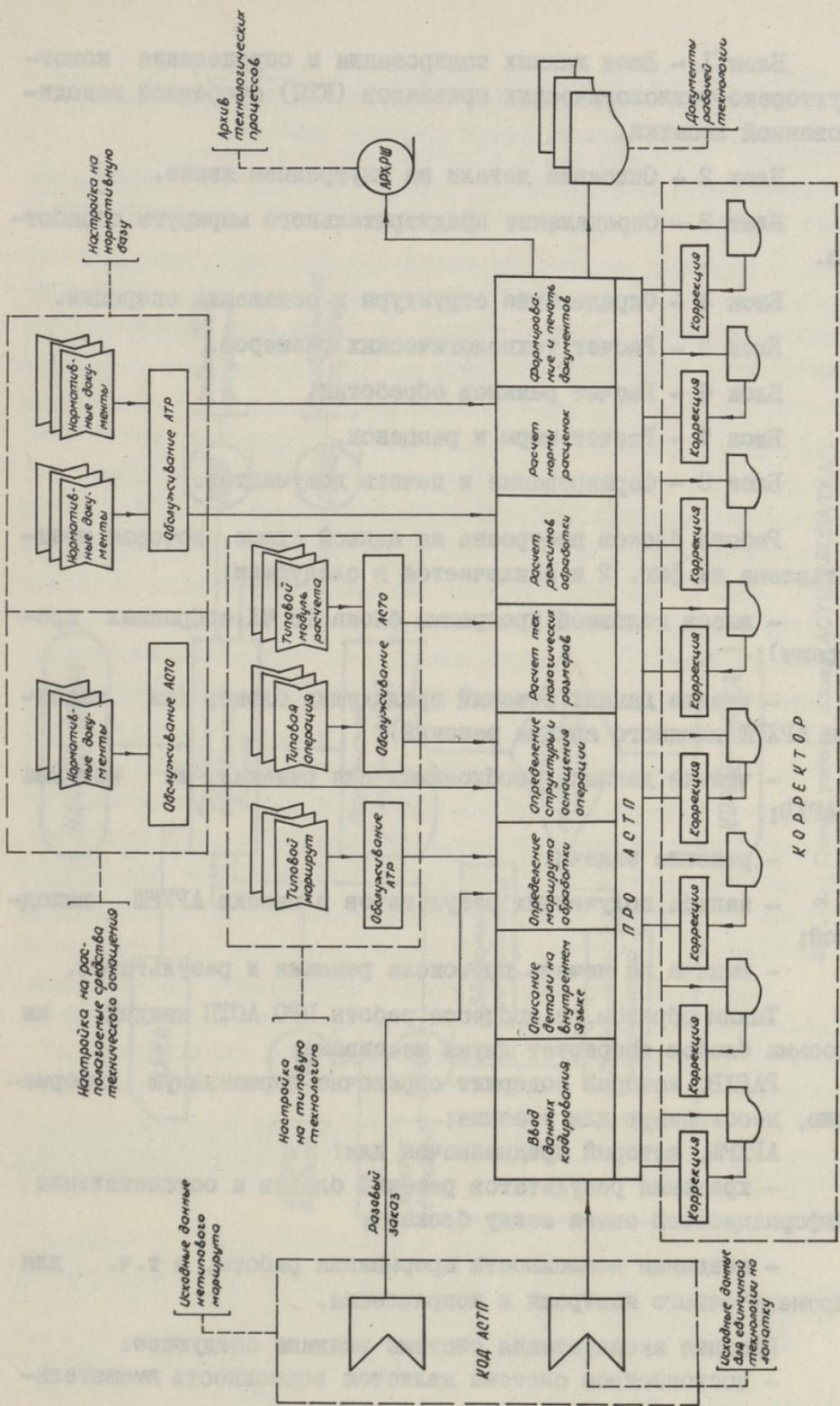
2. ПРО АСТП - программное обеспечение системы.

Большой объем архива данных и программ предопределяет:

- построение системы из отдельных модулей (блоков) с объемом программ, соответствующим объему оперативной памяти используемой ЭВМ, с промежуточной выдачей распечаток для контроля и обеспечения возможностей вмешательства технолога в ход проектирования;

- проектирование технологического процесса механической обработки деталей путем последовательной обработки пакета заказа целевыми модулями (блоками).

Предусмотрено восемь модулей (блоков).



Фиг. 1. Архитектура АСТП "ЛОПАТКА".

Блок I – Ввод данных кодирования и определение конструкторско-технологических признаков (КТП) очередной закодированной лопатки.

Блок 2 – Описание детали на внутреннем языке.

Блок 3 – Определение предварительного маршрута обработки.

Блок 4 – Определение структуры и оснащения операции.

Блок 5 – Расчет технологических размеров.

Блок 6 – Расчет режимов обработки.

Блок 7 – Расчет норм и расценок.

Блок 8 – Формирование и печать документов.

Работа блоков построена на единой схеме, которая представлена на фиг. 2 и заключается в следующем:

- вызов головной программы блока (с МЛ собранных программ);
- чтение данных решений предыдущих блоков (из массива АРХРШ входного архива решений);
- чтение данных, необходимых для решения, из массива РАРХВ;
- решение задачи;
- запись полученных результатов в массив АРХРШ выходной;
- выдача на печать протокола решения и результатов.

Таким образом, в процессе работы ПРО АСТП каждый из восьми блоков оперирует двумя массивами:

РАРХВ, который содержит справочно-нормативную информацию, необходимую для решения;

АРХРШ, который предназначен для:

- хранения результатов решений блоков и осуществления информационной связи между блоками;
- создания возможности прерывания работы, в т.ч. для промежуточного контроля и исправления.

Пробная эксплуатация системы выявила следующее:

- достоинством системы является возможность вмешатель-

ства в процесс проектирования, его прерывания и ввода исправлений после любого этапа проектирования;

— архивы данных отделены от системы проектирования, что дает возможность их оперативного дополнения и исправления,

— разбивка системы на отдельные функциональные блоки целесообразна для их независимой разработки отдельными группами технологов и программистов, а также для независимой доработки и совершенствования;

— главным недостатком системы является то обстоятельство, что в описываемой редакции ее программную часть не удалось сделать независимой от разновидностей лопатки, что существенно увеличивает объем подготовительных работ при проектировании технологии для лопаток новой конфигурации;

— много времени тратится на обмен информации между МОЗУ и магнитными лентами, что существенно удлиняет цикл проектирования (проектирование и печатание комплекта технологической документации занимает до 2 часов машинного времени);

— система разработана без описания геометрии лопатки; в связи с этим всем размерам присвоены буквенные обозначения. Технологические размеры определяются последовательным построением размерных цепей для каждой операции (от готовой детали к заготовке), что значительно снижает уровень универсальности системы.

Для устранения перечисленных недостатков производится разработка мероприятий, имеющих целью повысить адаптивность системы к существующим сегодня условиям в технологических службах:

— обязательное использование опыта высококвалифицированных технологов, не владеющих методами вычислительной техники;

— организация небольшой группы технологов со специальной подготовкой, задачей которых является осуществление связи между основной массой технологов и АСТП;

— совершение модульного принципа построения системы путем разработки головной управляющей программы, предусмотренной для анализа пакета заказа и построения рациональной

очередности обращений к отдельным блокам (модулям) системы и массивам данных на магнитных лентах;

– усовершенствование внешнего языка описания типовых технологических решений с целью повышения его универсальности и понятности технологам.

Обязанностью технологов-специалистов является разработка внешней документации, в которой сосредотачиваются в обычной форме все данные для проектирования операции (наименование и идентификатор операции, ее переходы, технологический эскиз, технические требования, модуль расчета размеров, данные для выбора средств технологического оснащения).

Проектируя технологический процесс обработки деталей новой разновидности технолог заимствует подходящие операции из ранее разработанных. Для новых операций им разрабатывается вся внешняя документация и обеспечивается увязка всех данных проектируемой операции с другими операциями разрабатываемого процесса.

Обязанностью технологов со специальной подготовкой является такая переработка внешней документации технологического процесса, которая позволит их перенос на машинносчитываемые носители и их обработку в ЭВМ.

В результате изложенных мероприятий будет обеспечено эффективное использование и развитие системы в условиях технологических служб, использующих традиционные ручные методы проектирования технологических процессов.

Л и т е р а т у р а

1. Березкин В.В., Киммель А.А., Кутнер Р.А., Писаренко В.С., Щеглов Н.Н. Вопросы автоматизации технологической подготовки турбинного производства. "Энергомашиностроение", № 4, 1974, с.24-26.

2. Вялло А.А., Киммель А.А., Кутнер Р.А., Месила Р.А., Папстел Ю.В., Щеглов Н.Н. Механизация и автоматизация технологической подготовки производства. Экспериментальный комбинат "Бит", Таллин, 1976, с. 130.

The Architecture and Issues of Introduction of the
Computer Aided Design System for Mechanical Processes of
Turbin Blades

Summary

The experience obtained by developing and operating the computer aided design system for mechanical processes of turbin blades is given.

The system is built up on the independed data-base, allowing its operative development. The consideration to the further improvement of the system and corresponding facilities for its introduction in factory conditions are represented.

УДК 658.512:681.142

Ю.В.Папстел, Т.А.Когер

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ФОНДА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

I. Технологическая информационная система (ТИС)

ТИС является системой сбора, хранения, обработки и выдачи данных, обеспечивающих технологические службы предприятия (пользователи) нужной информацией. ТИС может являться одним блоком информационной системы АСУП.

Задачи, решаемые в рамках ТИС, характеризуются относительно простой логикой, и достоверность результата зависит в основном от точности исходной информации. Поэтому очень важна четкость организации обеспечения информационного фонда (ИФ). Под обеспечением ИФ мы подразумеваем систему мероприятий по вводу, исправлению и контролю информации на магнитных лентах и др. носителях.

Если говорить на уровне информационной модели подсистемы технологической подготовки производства, то в ней столько пользователей, сколько и подразделений или блоков, однако исходные данные, которыми они пользуются, в большинстве случаев одинаковы. Более того, все операции над данными (запись, проверка и т.д.) сходны. Это значит, что мы вправе отдельно выделить автономную систему данных, заключающую сбор, проверку, ввод, хранение и выдачу данных, и систему пользователя.

Система данных, система пользователя и их информационные связи и составляют ТИС.

2. Последовательность разработки ТИС

При разработке информационной системы мы сталкиваемся с двумя проблемами:

— какую информацию система должна обеспечить, чтобы удовлетворять нужды своих пользователей?

— как должна быть система построена и как действовать, чтобы обеспечить обработку требуемых данных?

Отсюда вытекает основной тезис — всякая информационная система должна быть проблемно-ориентированная, учитывающая характер потребляемой информации и характерные требования пользователей.

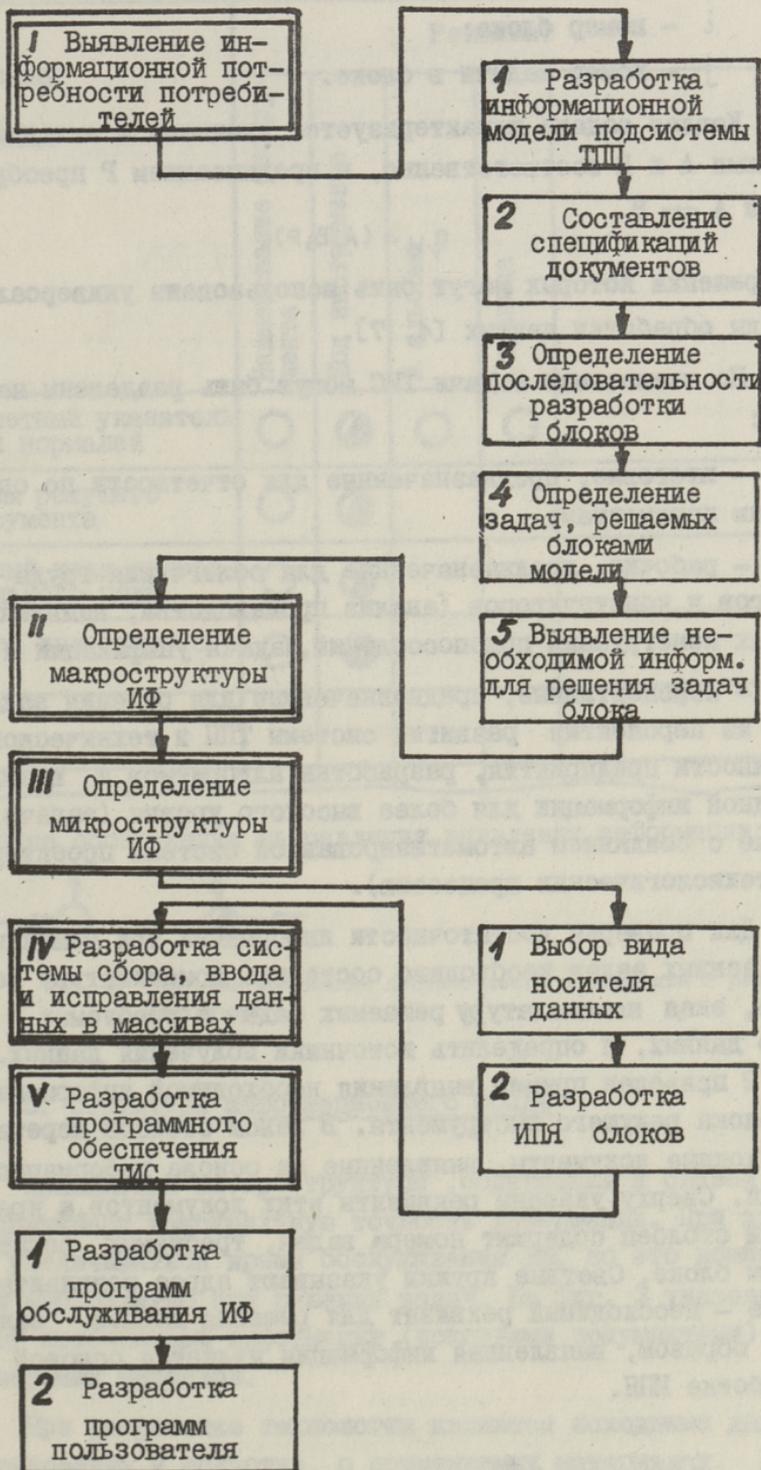
С другой стороны, каждая система должна быть обзорной [2]. Потеря обзорности приведет к утрате оперативности информации. Таким образом, целесообразно построить любую информационную систему по блочной структуре с автономными задачами блоков и с возможностью доступа из других блоков. Для выявления последовательности разработок можно пользоваться методикой, рекомендуемой [9], обеспечивая таким образом наличие всех необходимых данных, внешних по отношению к данному блоку, а затем на основе информационной модели блока выявляется информационная потребность приоритетным блоком (пользователем).

Последним этапом является разработка структуры данных, исходя из конкретных требований, предъявляемых видом носителя данных и способом их обработки, т.е. разработка информационно-поискового языка (ИПЯ).

Последовательность разработки ТИС приведена на фиг. I. Начиная с шага III все действия повторяются для каждого блока модели. Если объем данных не вызывает необходимости в использовании ЭВМ, то разработка заканчивается на шаге V.

Одним из первых действий является выявление информационной надобности блоков. Информационную модель подсистемы технологической подготовки производства можно представить как упорядоченное множество задач

$$Q = \{q_{ij}\} \quad (i = 1 \dots m; j = 1 \dots n),$$



Фиг. 1. Порядок разработки ТИС.

где i - номер блока;
 j - номер задачи в блоке.

Каждая задача характеризуется входными и выходными данными A и B соответственно, и предписанием P преобразования $A \rightarrow B$

$$q_{i,j} = (A, B, P),$$

при решении которых могут быть использованы универсальные методы обработки данных [4, 7].

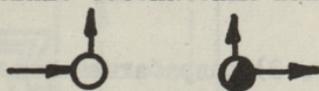
По назначению задачи ТИС могут быть разделены на три вида:

- итоговые, предназначенные для отчетности по определенным параметрам;
- рабочие, предназначенные для облегчения труда технологов и конструкторов (анализ производства, выявление подобных конструкций приспособлений, задачи унификации и т.д.);
- перспективные, предназначенные для решения задач исходя из перспектив развития системы ТИП и технической оснащенности предприятия, разработки алгоритмов и выявления исходной информации для более высокого уровня (задачи, связанные с созданием автоматизированной системы проектирования технологических процессов).

Для проверки достаточности информации при решении вышеуказанных задач необходимо составить номенклатуру реквизитов, зная номенклатуру решаемых задач и требуемых для этого данных, и определить источники получения данных. На фиг. 2 приведен пример выявления необходимой информации для блока режущего инструмента. В левом столбце перечислены исходные документы, выявленные на основе информационной модели. Сверху указаны реквизиты этих документов, а крайний правый столбец содержит номера задач, требуемых решить в данном блоке. Светлые кружки указывают адрес реквизита, а темные - необходимый реквизит для решения данной задачи. Таким образом, выявленная информация является основой при разработке ИПЯ.

Исходный документ	Реквизит					
	Наименование инструмента	Код инструмента	№ альбома	Страница		Номер задачи
Предметный указатель СТП и нормалей	○	◐	○	○		I
Альбом режущего инструмента	○	◐				II
Сводный план инструментального цеха	○	◐				III
Чертеж инструмента	○	◐				

Условные обозначения направления выявления информации:



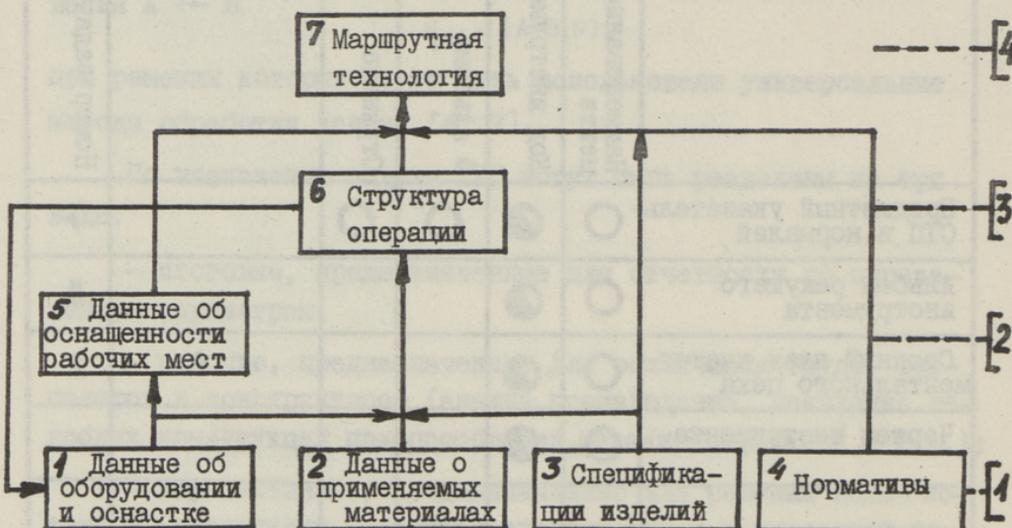
Фиг. 2. Матрица выявления достаточности информации о режущем инструменте.

3. Структура информационного фонда

Правильный выбор структуры, содержания и связей ИФ обеспечивает максимальную точность информации. При этом может увеличиваться время обслуживания ИФ, но это компенсируется многократно при решении задач. На фиг. 3 указаны связи между источниками информации (исходными документами) для образуемых массивов.

При разработке технологии являются исходными данные об оборудовании и оснастке, о применяемых материалах. Имеются спецификации изделий и нормативы. При отсутствии нужной ос-

настки применяются меры для обеспечения еѳ (покупка, собственное изготовление), на что указывает и соответствующая связь.



Фиг. 3. Последовательность связей между исходными документами, определяющие приоритетность ввода изменений.

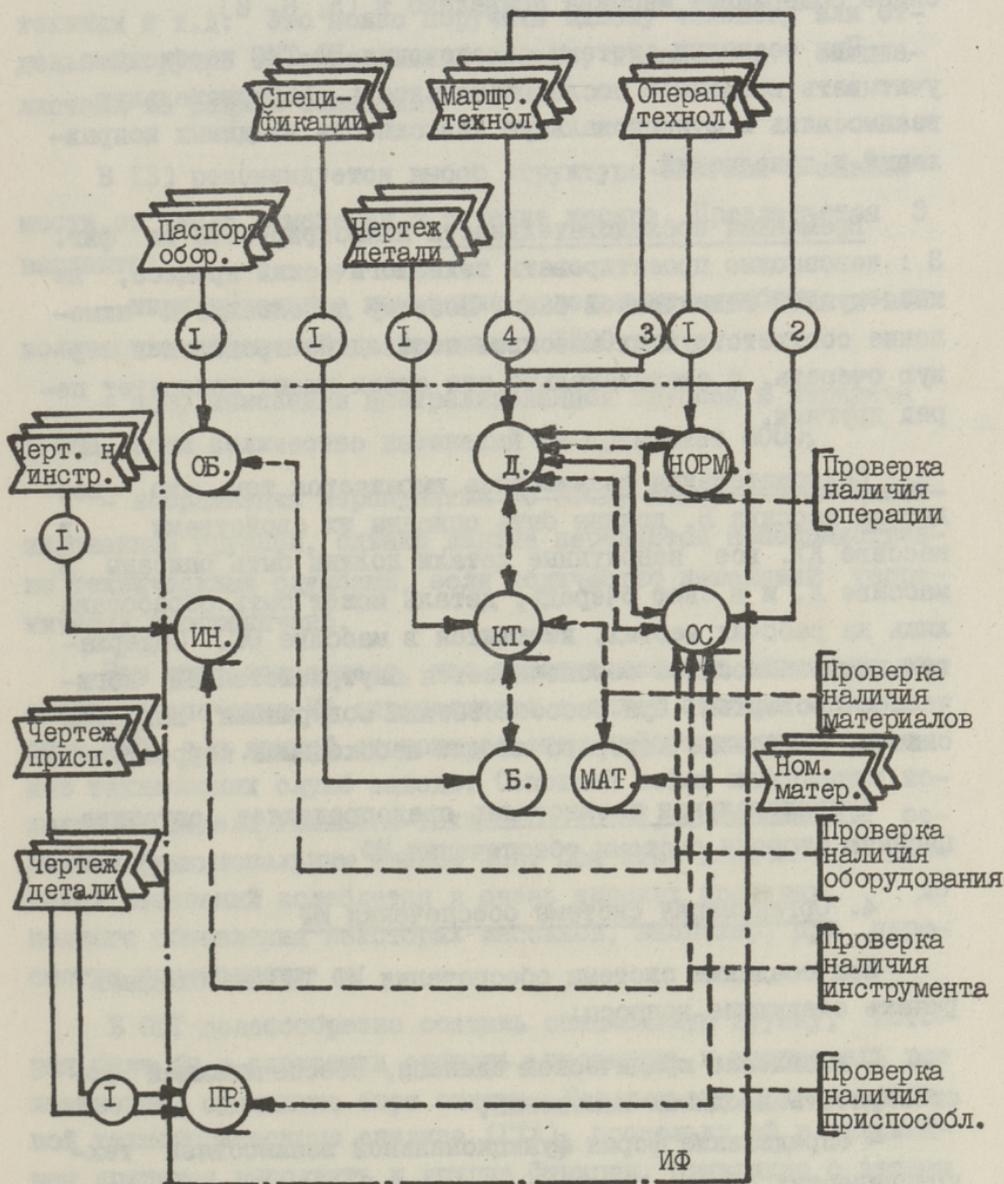
На основе данных 1, 2 и 3 (фиг. 3) разрабатывается структура операции. Данные 5 и 3 дают необходимую информацию для составления маршрутной технологии, а данные 4 обеспечивают нормирование работ. Необходимо подчеркнуть, что этим определена не последовательность работ по разработке технологии, а содержательные связи, определяющие тем самым и временную зависимость ввода изменений, что характеризуется приоритетом ввода.

На фиг. 4 указано содержание ИФ ТИС и связи между источниками информации. Ядром ИФ являются базовые массивы КТ. и ОС. — соответственно массив свойств предметов (сборочных единиц) и массив рабочих мест, и массивы связей Б. и Д. — соответственно массив спецификаций и массив технологических маршрутов. Остальные массивы следующие:

- ОБ. — массив данных оборудования;
- ИН. — массив данных инструментов;
- ПР. — массив данных приспособлений;
- МАТ. — массив номенклатуры материалов с их свойствами;

МАТ2.- массив норм расхода материалов;

НОРМ.- массив временных и стоимостных нормативов операций.



Фиг. 4. Содержание информационного фонда.

На фиг. 4 сплошной линией указывается ввод и переапись данных, а штриховой линией внутрисистемная проверка данных. Также указаны основные источники данных для образования массивов и для дальнейших исправлений. Информационное содержание массива приведено в [5, 6, 8].

При создании системы обеспечения ИФ ТИС необходимо учитывать временную последовательность, содержательную взаимосвязь и функциональную зависимость вводимых исправлений и дополнений.

Временная последовательность иллюстрируется на фиг. 3 : невозможно проектировать технологический процесс, не имея нужной технической базы. Поэтому дополнение и изменение соответствующих массивов необходимо провести в первую очередь, а следовательно, эти связи имеют приоритет перед другими.

Содержательная взаимосвязь выражается тем, что все детали массива Б. должны быть описаны их свойствами в массиве КТ. все непокупные детали должны быть описаны в массиве Д. и в свою очередь, деталь может быть обработана лишь на рабочих местах, имеющихся в массиве ОС. Содержательная взаимосвязь обеспечивается внутрисистемной логической проверкой. При несоответствии содержания выдается список, на основе которого вводят необходимые коррективы.

Функциональная взаимосвязь предопределяет организационную сторону системы обеспечения ИФ.

4. Организация системы обеспечения ИФ

При создании системы обеспечения ИФ ТИС необходимо решать следующие вопросы:

- выявление юридической единицы, обеспечивающей достоверность вводимых изменений;
- определение формы функциональной взаимосвязи технологических служб;
- назначение формы регистрации изменений;
- организация контроля вводимой информации.

Ввод изменений охватывает сбор изменений, их фор-

мальную проверку, группирование согласно приоритету, кодирование и передачу в информационно-вычислительный центр (ИВЦ). Лица, выполняющие эти мероприятия, должны быть эрудированы, иметь знания в области технологии вычислительной техники и т.д. Это можно поручить одному человеку или отдельной группе из нескольких человек, являющихся специалистами из разных областей.

В [3] рекомендуется выбор структуры системы в зависимости от числа изменений в течение месяца. Предлагается 3 варианта:

- индивидуальное изменение отдельными службами, если количество изменений не превышает 1000;

- сбор изменений централизованной группой и передача в ИВЦ, если количество изменений не превышает 5000;

- координация мероприятий по вводу изменений специализированной группой, однако данные передаются непосредственно техническими службами, если количество изменений теоретически неограничено.

Наш опыт показывает, что организационная структура системы обеспечения ИФ определяется с одной стороны мощностью ИВЦ, а с другой стороны объемом информационных потоков технических служб завода. Основной поток информации исходит от отдела главного технолога (ОГТ), являющимся основным функциональным звеном ТПП. При этом количество вводимых изменений колеблется в очень широких пределах, до полного обновления некоторых массивов, например, при пересмотре нормативов.

В ОГТ целесообразно создать специальную группу, которая была бы в состоянии собрать, проверить и кодировать все изменения, сделанные бюро отдела. Назовем эту группу группой технологического анализа (ГТА), поскольку ей в дальнейшем придется выполнять и другие функции, связанные с вводом ТИС. В других отделах за своевременную передачу и кодирование изменений отвечали бы специально подготовленные лица, специалисты тех же отделов.

Функциональная взаимосвязь технических служб в условиях создания ТИС зависит от мощности ИВЦ и оперативности и четкости действия внутривародской почты.

Если гарантируется оперативность, то функциональная взаимосвязь осуществляется на уровне ИФ, то есть обо всех изменениях технические службы поставят в известность сообщениями из ИВЦ. Если же мощность ИВЦ недостаточна и изменения вводятся через относительно длинные промежутки, например раз в квартал, то целесообразно осуществлять взаимосвязь технических служб на уровне ручных документов, обеспечивающих в данной ситуации большую оперативность.

Для регистрации изменений целесообразно ввести в ОТ журналы специальной формы, отражающие изменения каждого бюро. Записи производятся лицами, кем были изменены исходные документы. Эта информация кодируется и упорядочивается ГТА, которая в установленные сроки передает ведомости в ИВЦ.

В других технических службах, где объем изменений небольшой, возможно заполнение ведомости об изменениях в кодированном виде непосредственно лицом, изменившим исходный документ.

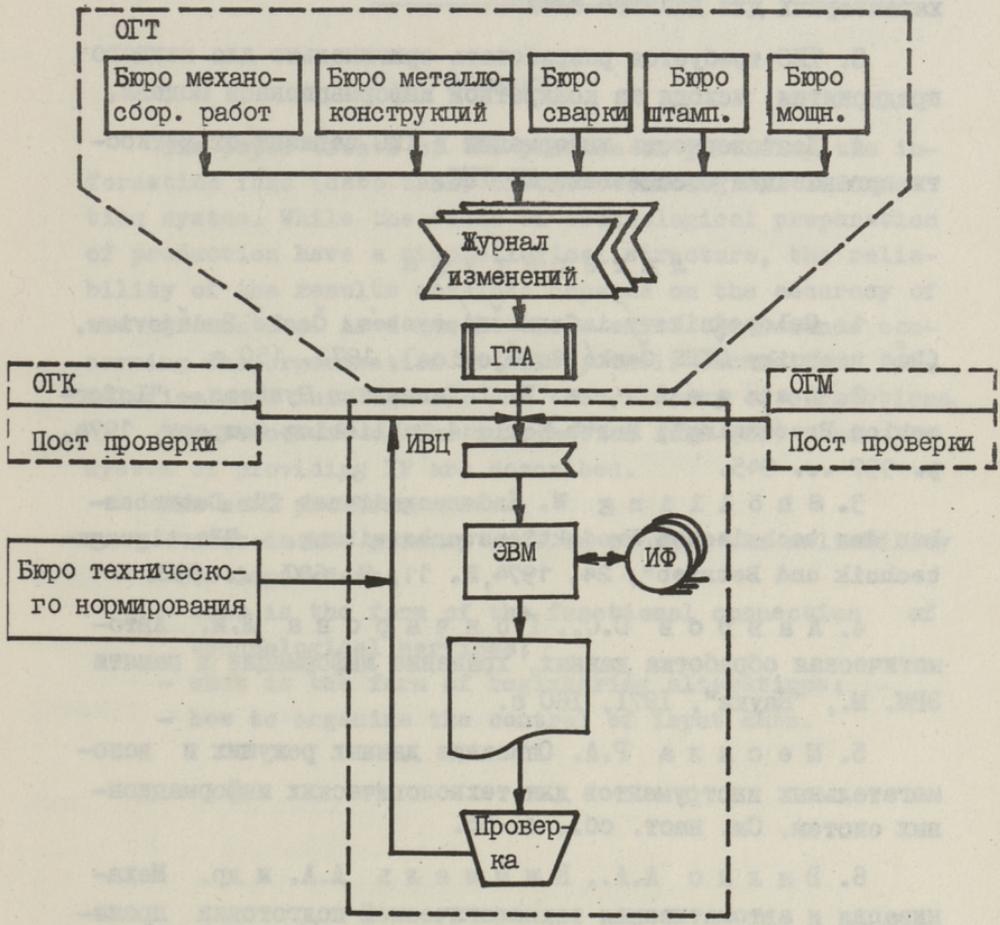
Контроль вводимой информации организуется в три этапа.

На первом этапе контроль производится при заполнении кодировочной ведомости. ГТА предварительно проверяет правильность записи в журнале регистрации, а при непосредственном заполнении кодировочной ведомости необходимо удостовериться сразу же в идентичности подлинника и ведомости.

На втором этапе происходит формальный контроль правильности вводимой информации. Это проводится до ввода в ЭВМ, если имеется контрольная печать параллельно с перфорацией, или по машинограммам после ввода.

Проверка на третьем этапе происходит внутри ИФ и заключается в логической проверке содержательного соответствия массивов. На фиг. 5 предложена организационная схема системы обеспечения ИФ ТИС для условий серийного производства, характеризующейся относительно постоянной продук-

цией небольшой номенклатуры. Указаны основные технические службы, участвующие в технологической подготовке производства. Линии указывают движение информации об изменениях.



Фиг. 5. Схема ввода изменений.

Выводы

I. ТИС является проблемно-ориентированной информационной системой, характеризующейся упорядоченным множеством задач (система пользователя) и набором массивов данных (ИФ) для обеспечения системы пользователя.

2. Информационное содержание ИФ определяется на основе информационных моделей блоков, исходя из круга задач, характерных для данного блока.

3. ТИС требуется разработать оригинально для каждого предприятия, исходя из конкретной информационной модели.

4. Достоверность информации в ТИС зависит от четкости организации обеспечения ИФ ТИС.

Л и т е р а т у р а

1. Celopodnikový informační systém. České Budějovice, (Dům techniky CVTS České Budějovice), 1973, 150 s.

2. L a n g e f o r s B. Information Systems.- "Information Processing", North-Holland Publishing Company, 1974, p. 937 ... 945.

3. S h ö l l i n g W. Änderungsdienst für Datenbanken der technischen Produktionsvorbereitung. - "Fertigungstechnik und Betrieb", 24, 1974, H. 11, S. 687 ... 692.

4. Л а в р о в С.С., Г о н ч а р о в а Л.И. Автоматическая обработка данных, хранение информации в памяти ЭВМ. М., "Наука", 1971, 160 с.

5. М е с и л а Р.А. Описание данных режущих и вспомогательных инструментов для технологических информационных систем. См. наст. сб., с. 55.

6. В я л л о А.А., К и м м е л ь А.А. и др. Механизация и автоматизация технологической подготовки производства. Таллин, 1976, 127 с.

7. М и д о у Ч. Анализ информационно-поисковых систем. М., "Мир", 1971, 368 с.

8. П а п с т е л Ю.В., М е с и л а Р.А. О разработке информационно-поискового языка приспособлений металло-режущих станков. См. наст. сб., с. 37.

9. Правила определения очередности автоматизации решений задач технологической подготовки производства. ГОСТ 14.405-73.

Providing the Information Fund of the Technological
Information System

Summary

The paper treats of the problem of providing the information fund (data bank) of the technological information system. While the tasks of technological preparation of production have a simple logical structure, the reliability of the results obtained depends on the accuracy of the information. As a result there exist the demands concerning the organisation of files, their connections (datalogical and infological) and the priority of corrections.

The structure of the information fund (IF) and the system of providing IF are described.

The main problems are:

- what is the primary unit to provide the reliability of input data;
- what is the form of the functional connection of technological services;
- what is the form of registering alterations;
- how to organize the control of input data.

УДК 621.9.06.002.54

Р.А.Кюттнер, Р.А.Месила

ФОРМАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ СТРУКТУР ОБОБЩЕННЫХ
КОМПОНОВОК СРЕДСТВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ
(СТО)

Выбор уровня детализации и методики описания СТО (оборудования, приспособлений, средств измерения и др.) зависит от класса решаемых задач. Можно выделить следующие классы, требующие различного уровня детализации описаний СТО:

1) учет применяемости и управление запасами СТО;

2) выбор СТО в системах машинного проектирования технологических процессов;

3) машинное проектирование СТО.

Описание любых изделий, в т.ч. и СТО, может быть представлено в виде следующей тройки:

$$S(X) = (Q, P, \Sigma),$$

где $S(X)$ — описание СТО;

Q — определитель;

P — описание служебного назначения;

Σ — описание структуры.

Задачей определителя Q является обеспечение однозначной идентификации и размеров СТО. Она состоит из следующих групп данных:

1) обозначение X ;

2) наименование;

3) код конструкции;

4) характерные и габаритные размеры;

5) технико-экономические данные.

Данные определителя должны обеспечить решения задач учета применяемости, управления запасами СТО, планирование работ по их изготовлению и др.

Описание служебного назначения Р содержит следующие данные:

- 1) область применения и технологическое назначение СТО;
- 2) функциональные размеры и данные;
- 3) коды присоединительных и базовых поверхностей и их размеры.

Описание служебного назначения должно обеспечить правильный выбор СТО и их элементов в системах машинного проектирования технологических процессов, определение границ их применяемости, назначение режимов работы и поиска прототипа оснастки, а также проведения содержательного анализа номенклатуры применяемых СТО с целью унификации их конструкции.

Для задания структуры СТО необходимо его расчленение на составные элементы χ_i (сборочные единицы и детали), т.е.:

$$\chi = \{\chi_1, \chi_2, \dots, \chi_m\}, \quad m \geq 1.$$

Глубина расчленения определяется классом решаемых задач.

Структуру СТО можно описывать на двух уровнях:

- 1) на уровне спецификации (определение состава с указанием взаимных связей);
- 2) на уровне конструкции.

Описание СТО на уровне спецификации соответствует технологической схеме сборки. Описание на данном уровне должно обеспечить возможность анализа применяемости деталей и сборочных единиц СТО с целью получения информации о количественном составе СТО и использовании ее при разработке новых конструкций, составлении сводных документов и выборе объектов стандартизации.

На уровне конструкции необходимо, кроме данных описания СТО на уровне спецификации, дополнительно описывать взаимное расположение составных частей относительно вы-

бранной системы координат в конструкции СТО. Данный уровень соответствует в полной мере требованиям машинного проектирования СТО.

1. Входной информационно-поисковый язык описания данных определителя и служебного назначения СТО. Для создания информационной базы задач машинного проектирования и анализа СТО необходимо образовать информационные массивы данных определителя, служебного назначения СТО и его составных частей. Эффективность описания зависит от характера множеств, подлежащих описанию, и языка, который для этого применяется. Под термином "язык" следует понимать совокупность двух понятий: множества синтаксических выражений и правила обозначения объектов посредством этих выражений.

Синтаксические выражения представляются предикатами, определяющими некоторые свойства объектов. Основные предикаты, из которых можно построить язык описания СТО, состоят из утверждений вида

$$\mathcal{P}(X) = p,$$

где \mathcal{P} — некоторое свойство;

X — объект;

$p = (q_1, q_2, \dots, q_k), k \geq 1$ — вектор параметров свойств.

Примерами выражений предикатов могут быть:

- 1) оптовая цена в руб. (станка 6М81) = 5800;
- 2) наружный диаметр в мм (фрезн 2223-0016) = 14.

Описание данных определителя и служебного назначения любого СТО можно представить в виде следующей формулы с конъюнктивной связью:

$$R(X) = (Q(X), P(X)) = (\mathcal{P}_1(X) = p_1) \wedge (\mathcal{P}_2(X) = p_2) \wedge \dots \wedge (\mathcal{P}_n(X) = p_n),$$

или в виде:

$$R(X) = (\mathcal{P}_1, p_1; \mathcal{P}_2, p_2; \dots; \mathcal{P}_n, p_n).$$

Состав и содержание предикатов определяется решаемыми задачами, правила их записи и ввода — используемым языком. Если для некоторого СТО X нет необходимости его расчленения на составные части, то $R(X)$ является его полным описанием

$$S(X) \equiv R(X).$$

При применении текстового информационного поискового языка свойства \mathcal{P}_i описываются обычно с использованием т.н. "кодов наименований свойств", которые определяются по словарям наименований понятий или по классификационным таблицам. При этом получают универсальные методы описания различных объектов, при увеличении сложности и объема программ обслуживания и обработки этих данных.

Более простой метод описания СТО — фиксированная табличная форма представления данных, где принадлежность значения p_i к предикату определяется расположением p_i в записи.

Для определения принадлежности p_i к соответствующему предикату свойств \mathcal{P}_i , а также задания формата записи значения p_i , могут быть разработаны формуляры или карты данных, примеры которых приводятся в [6].

2. Структура СТО. Рассмотрим СТО X , как множество $\{X_i\}$ его составных элементов, сборочных единиц и деталей. Для систем машинного проектирования технологических процессов необходимая степень детализации СТО определяется принятым на данном предприятии уровнем детализации СТО в технологических документах.

Полное описание СТО можно представить в виде:

$$S(X) = (\{R(X_i)\}, \Sigma),$$

где $\{R(X_i)\}$ — множество описаний элементов СТО;

$\Sigma = (G, \psi)$ — описание структуры СТО.

Структуру СТО на конструктивном уровне ψ можно представить с помощью множества векторов пространственных положений составных элементов $\psi_i = \psi(X_i)$ (см. [1]), то есть

$$\psi = \{\psi_i\}.$$

Где $\psi_i = (x_i, y_i, z_i, \alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$ — совокупность трех линейных и трех угловых элементов X_i , заданных в определенной прямоугольной системе координат.

Структуру СТО на уровне спецификации можно представить графом G , т.е. $G = G(X, \Gamma)$ [5], определяемым множеством

вершин $X = \{X_i\}$ и множеством дуг $\Gamma = \{\Gamma_i\}$, при этом достаточно рассматривать лишь деревья. Деревом называется граф, каждая вершина которого имеет ровно одну непосредственно предшествующую ей (родительскую) вершину, за исключением выделенной вершины, называемой корнем дерева, которая совсем не имеет предшествующих ей вершин.

Пример дерева структуры оснастки приведен на фиг. I. Для ввода в информационные массивы (ИМ) структуру (фиг. I) можно представить в виде формулы:

$$G(X) = X_9(X_2(X_1), X_3, X_4, X_5, X_6, X_7; X_8)$$

или в виде таблицы (табл. I).

Т а б л и ц а I

Что входит (обозначение)	X_9	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_1
Куда входит (обозначение)	—	X_9	X_2						

Каждому структурному элементу X_i должна соответствовать запись $R(X_i)$ в соответствующем ИМ.

3. Структура типовых компоновок СТО. Структуры типовых компоновок получаются с использованием операций объединения и обобщения сходных объектов.

Операции объединения представляют собой слияние нескольких структур конкретных объектов в единую, на основе анализа конструкции и служебного назначения объекта.

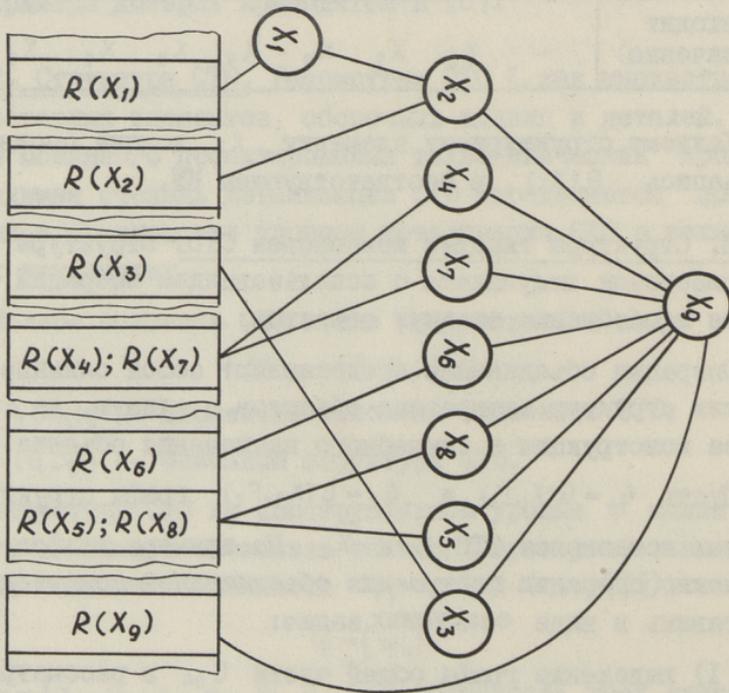
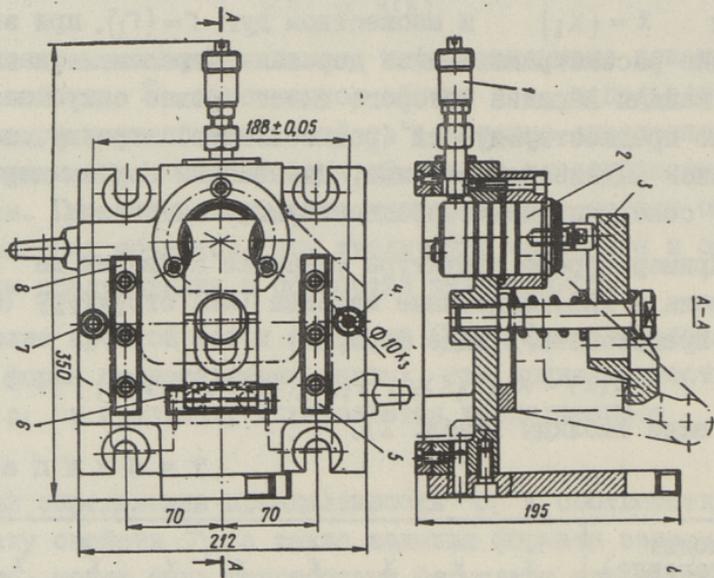
Пусть $G_1 = G(X_1, \Gamma_1)$ и $G_2 = G(X_2, \Gamma_2)$ графы структур двух исходных компоновок СТО X_1 и X_2 . На примере графов G_1 и G_2 можно операцию построения объединенной компоновки представить в виде следующих задач:

1) выделение графа общей части G_{04} в рассматриваемых компоновках (определение пересечения графов [3]):

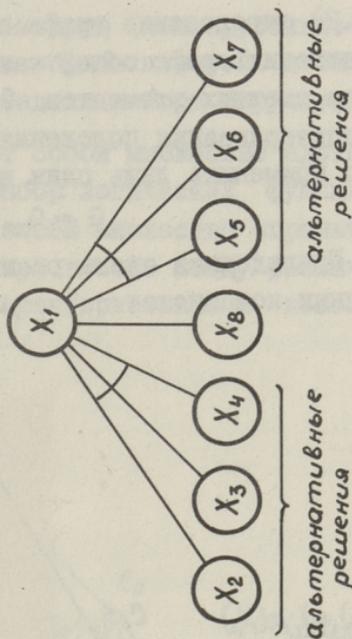
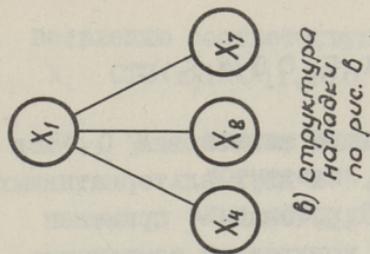
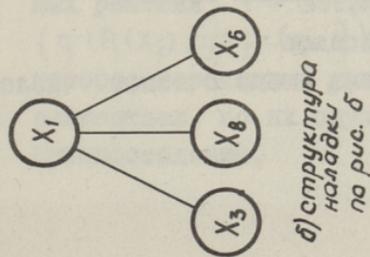
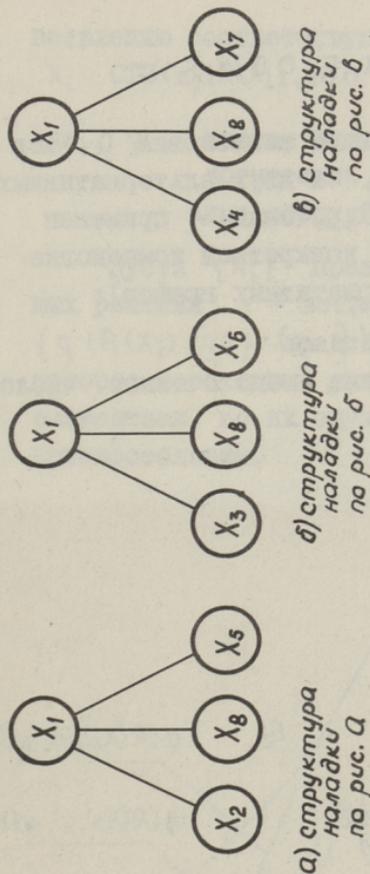
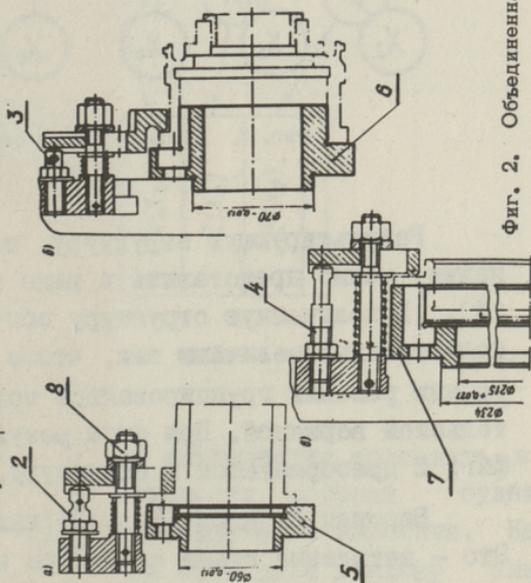
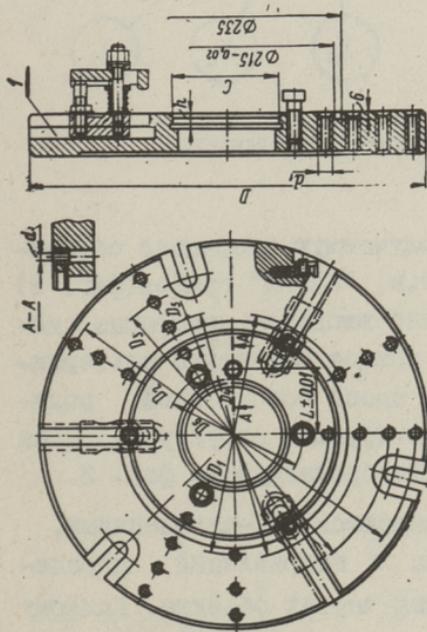
$$G_{04} = G(X_1, \Gamma_1) \cap G(X_2, \Gamma_2);$$

2) выделение графов сменных элементов $G_{1см}$ и $G_{2см}$ (определение разности графов [3]),

$$G_{1см} = G_1 / G_{04} = G(X_1, \Gamma_1) / (G(X_1, \Gamma_1) \cap G(X_2, \Gamma_2)),$$



Фиг. 1. Структура компоновки приспособления для фрезерования паза кронштейна.



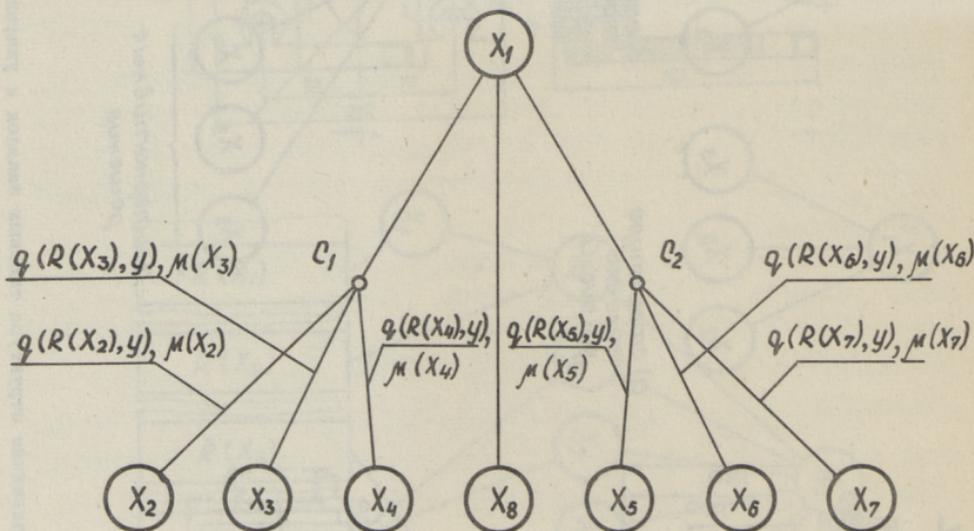
Фиг. 2. Объединенная структура типовых наладок к унифицированной планшайбе.

$$G_{2cm} = G_2/G_{04} = G(X_2, \Gamma_2) / (G(X_1, \Gamma_1) \cap G(X_2, \Gamma_2));$$

3) определение графа объединенной компоновки G , как объединения графа общей части G_{04} и двух альтернативных графов сменных элементов G_{1cm} и G_{2cm} (знак \vee применен для подчеркивания положения, что в конкретной компоновке можно применить лишь один из альтернативных графов):

$$G = G_{04} \cup (G_{1cm} \vee G_{2cm}).$$

Приведенная схема расширяется на любое счетное число исходных компоновок.



Фиг. 3. "ИЛИ/И" граф объединенной структуры.

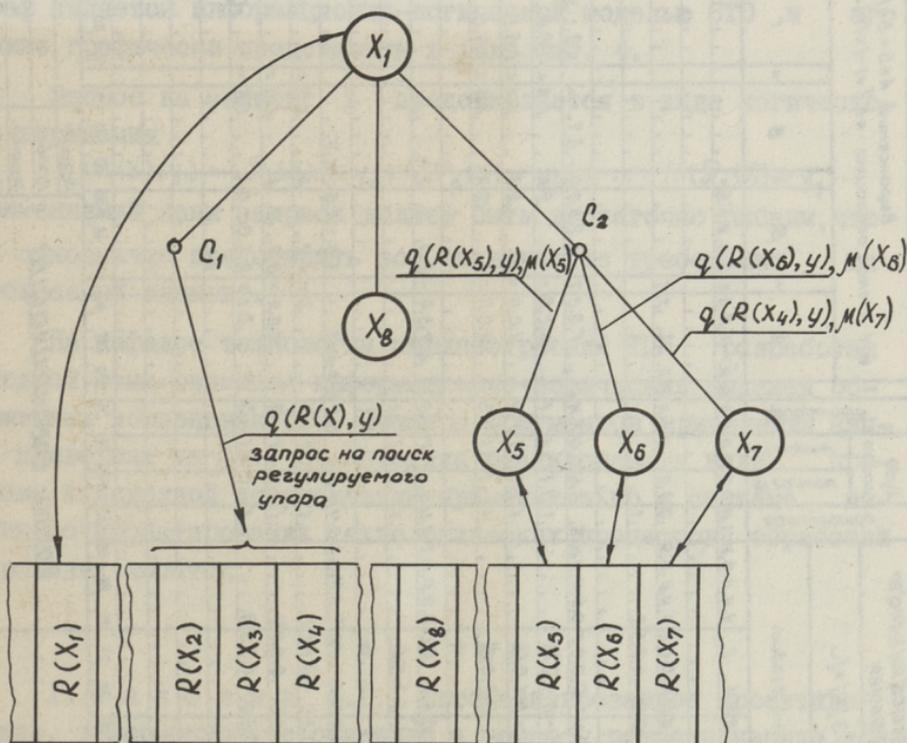
Результирующую структуру, получаемую операцией объединения, можно представить в виде т.н. "ИЛИ/И" графов (фиг. 2) [4]. В полученную структуру обычно вводятся некоторые дополнительные величины так, чтобы каждое множество альтернативных решений группировалось под своей собственной родительской вершиной. При этом результирующая структура на фиг. 2 преобразуется в структуру, изображенную на фиг. 3.

Вершины C_1 и C_2 (фиг. 3) называются \vee -ветвлениями. Это - ветвление графа структуры на n направлений, определяющих n альтернативных составных частей объекта. Каждому

ветвлению соответствуют логические функции выбора элементов X_i СТО $q(R(X_i), y)$,

где y – вектор входных параметров (конструктивно-технологические признаки обрабатываемой детали, данные оборудования) задачи выбора структуры СТО.

Пусть $\{X_i\}$ представляет собой множество альтернативных решений V – ветвления. Набор логических функций $\{q(R(X_i), y)\}$ представляет собой множество ограничений, которое необходимо учитывать при выборе между различными элементами по их служебным характеристикам в конструкции приспособления.



Фиг. 4. Информационно-логическая модель типовых наладок к унифицированной планшайбе.

Для решения необходимо каждый альтернатив составить в соответствии некоторой меры эффективности, которая будет получена в результате выбора соответствующего элемента. На данном этапе решения необходимо для этой цели каждому аль-

тернативу присвоить приближенную оценку эффективности решения или т.н. "приоритет" $\mu(X_i)$. Приоритет оценивается технологом-экспертом и представляет собой расплывчатую цель [3].

Операция обобщения представляет собой расширение области применения структур, полученных в результате операций объединения.

В результате обобщения можно в описании структуры компоновки СТО отказаться от указания элементов, а указать лишь запрос, задающий условия, по которому происходит поиск требуемого элемента из соответствующего ИМ. Соответствующий граф является информационно-логической моделью СТО и его можно графически представить в виде фиг. 4.

Запрос на элемент X представляется в виде логического выражения

$$q_r(R(X), y) = (P_\alpha(X) \leq y_\alpha) \wedge (P_\beta(X) = y_\beta) \wedge \dots \wedge (P_\gamma(X) = y_\gamma).$$

Применяемый язык запроса должен быть достаточно гибким, чтобы однозначно представить все технические требования на выбираемый элемент.

На кафедре технологии машиностроения ТПИ разработан входной язык описания информационно-логических моделей обобщенных компоновок СТО. Примеры фрагментов применения языка приведены на фиг. 5. Методика реализована в виде программ к исходной документации применительно к системе машинного проектирования технологических процессов обработки турбинных лопаток.

Л и т е р а т у р а

1. Р а к о в и ч А.Г. Автоматизированное проектирование, информационное описание и вопросы рационализации конструкции приспособлений. — В сб. "Вычислительная техника в машиностроении", Минск, ИТК АН БССР, декабрь, 1973, с.39-47.

2. L e i n e m a n n К. Ein Ansatz zur formalen Objektbeschreibung für das rechnergestützte Entwickeln und Konstruieren. Angewandte Informatik, №9, 1974, 403-406.

3. Вопросы анализа и процедуры принятия решений. Сборник переводов, М., "Мир", 1976, с. 230.

4. Н и л ь с о н Н. Искусственный интеллект .М., "Мир", 1973, с. 270.

5. Ц в е т к о в В.Д. Система автоматизации проектирования технологических процессов . М., "Машиностроение", 1972, с. 240.

6. П а п с т е л Ю.В., М е с и л а Р.А. О разработке информационно-поискового языка приспособлений металлорежущих станков. См. наст. сб., с. 37.

R. Küttner, R. Mesila

Beschreibung der Struktur von Bauelementen der zusammensetzbaren technologischen Vorrichtungen

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird auf der Grundlage der Mengenlehre und Graphen ein formales Modell für die Beschreibung von Bauelementen der zusammensetzbaren Vorrichtungen entwickelt. Die gewählte Methode erlaubt die **Synthese** der technologischen Vorrichtungen mit Hilfe der formalen Kriterien und die rechnergestützte Projektierung der technologischen Prozesse im Maschinenbau durchzuführen.

УДК 621.90.001.3+572.002.54

Ю.В. Папстел, Р.А. Месила

О РАЗРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВОГО ЯЗЫКА ПРИСПОСОБЛЕНИЙ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

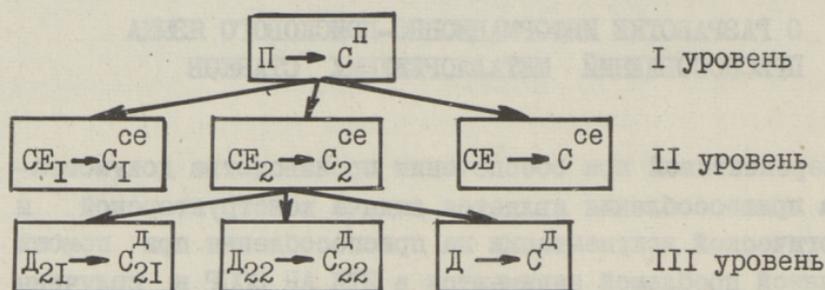
Перспективой при обеспечении производства документацией на приспособления является выдача конструкторской и технологической документации на приспособления при помощи ЭВМ. Данной проблемой занимаются в ИТК АН БССР и получены частные решения [6]. Однако, учитывая техническую оснащенность предприятий по сей день, данная проблема приобретает, по-видимому, практическое значение в будущем.

В настоящее время более интересующей предприятия проблемой является упорядочение хозяйства приспособлений, унификация и стандартизация приспособлений и их элементов, возможность вести оперативный поиск нужного по определенным признакам приспособления. Решение этой проблемы предоставит большие возможности и выгоды: сокращение номенклатуры и сроков проектирования приспособлений, уменьшение себестоимости и изготовления приспособлений, возможность кооперирования нескольких предприятий по обмену технической документацией и готовых неиспользуемых приспособлений.

Для решения этой проблемы необходимо создать информационно-поисковую систему оснастки (ИПС), т.е. систему, обеспечивающую пользования необходимой информацией об оснастке. Это, в свою очередь, вызывает необходимость разработки информационно-поискового языка (ИПЯ). ИПЯ должен максимально характеризовать данный объект, но в то же время по объему должен быть небольшим. Поэтому всякий ИПЯ является проблемно-ориентированным, только в этом случае можно обойтись без избыточной информации и обеспечить четкость определения.

Будем называть данные, характеризующие некий объект с различных аспектов, свойствами этого объекта. Тогда полнота определения данного объекта зависит от того, насколько удачно выбраны свойства для решения данной проблемы. Несомненно, в стадии анализа интересуют одни свойства, в стадии синтеза — другие.

Каждая конструкция имеет иерархическую структуру. В структуре можно проследить несколько уровней (фиг. 1).



Фиг. 1. Иерархическая структура приспособления.

На первом уровне приспособление рассматривается с его основными свойствами C^{Π} .

На втором уровне приспособление рассматривается как состоящее из сменных сборочных единиц (СЕ) с их свойствами $C_i^{се}$. Варьируя элементами этого уровня можно обеспечить обработку разных деталей одной классификационной группы.

На третьем уровне рассматривается приспособление как состоящее из деталей (D_{ij}) с их свойствами C_{ij}^D . На этом уровне обеспечивается создание новых приспособлений того же класса путем синтеза.

Таким образом, объект каждого уровня характеризуется свойствами, определяющими способность выполнить положенные ему функции. Отсюда вытекает, что описание объекта — это выражение ситуации через множество свойств на конкретном уровне.

Какие именно свойства существенны и необходимы на данном уровне, определяются на основе перечня задач, решаемых на базе представляемой информации.

Согласно [2] любое изделие может быть описано набором

$$Q = \{ \Omega, \Pi, \Sigma \},$$

где Ω — обозначение;
 Π — служебное назначение;
 Σ — структура.

Обозначение служит для идентификации рассматриваемого изделия.

Служебное назначение — это множество свойств, определяющих область и условия применения.

Структура характеризует изделие как состоящее из составных частей (элементов), ориентированных определенным образом относительно друг друга в выбранной системе координат.

Данное описание распространяется на все уровни структуры приспособления.

По всей видимости целесообразно рассматривать приспособление и его элементы отдельно в разрезе служебного назначения

$$Q_1 = \{ \Omega, \Pi \}$$

и структуры

$$Q_2 = \{ \Omega, \Sigma \}.$$

Служебное назначение приспособления определяется множеством необходимых и дополнительных свойств

$$\Pi = (C_n^n + C_{\text{дон}}^n).$$

Необходимые свойства, определяющие способность приспособления выполнить положенные ему функции и подлежащие к первоочередному описанию, можно выразить следующими параметрами

$$C_n^n = \langle B0, \Gamma D, a_{k_i}^n, a_d, \psi_{\delta a_3} \rangle,$$

где $B0$ — вид операции;
 ΓD — классификационная группа обрабатываемой детали;
 $a_{k_i}^n$ — вектор-строка установочных габаритных размеров приспособления;
 a_d — вектор-строка предельных размеров обрабатываемых деталей ($a_d = \langle a_{d_1}, a_{d_2}, \dots, a_{d_n} \rangle$);
 $d = I$ — установочные размеры;
 $d = 4$ — габаритные размеры;
 $\psi_{\delta a_3}$ — схема базирования.

Порядок и содержание размеров в α_d и α_{ki}^n определяются справочной таблицей, по которой α_d или α_{ki}^n выбираются согласно присвоенному им коду.

Дополнительные свойства приспособления, более полно характеризующие ситуацию объекта и обеспечивающие принятие оптимальных или близких к ним решений, описываются следующими параметрами:

$$C_{гон}^n = \langle CП, \psi_3, \psi_0, n, \tau_n, Q^n, P^n \rangle,$$

где $CП$ — отношение приспособления к системам (универсальные, универсально-наладочные и т.п.);

ψ_3 — схема зажима детали;

ψ_0 — ориентация детали;

n — количество одновременно обрабатываемых деталей;

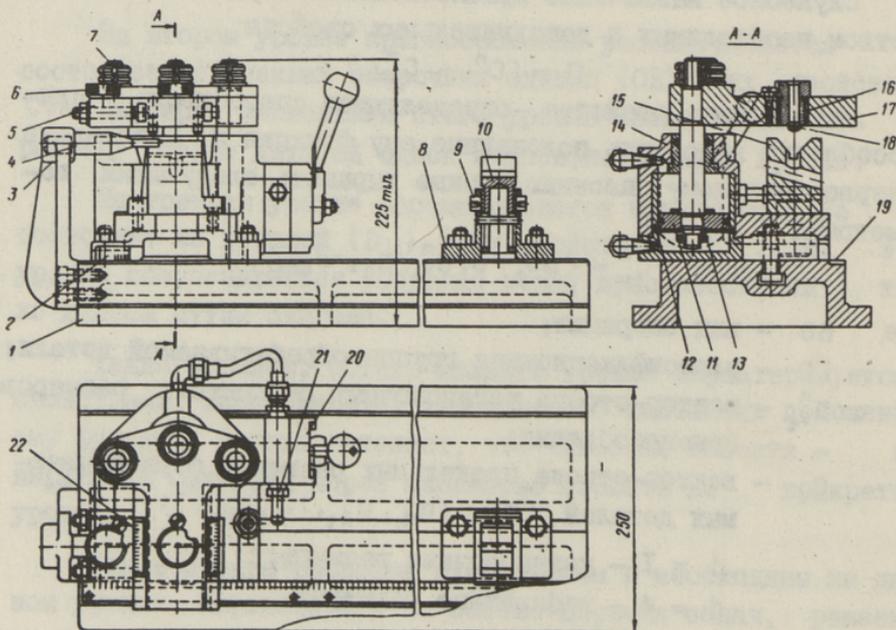
τ^n — вектор-строка трудоемкости изготовления приспособления по видам операций

$$\tau^n = \langle \tau_1, \tau_2, \dots, \tau_{k-1}, \tau_k \rangle;$$

τ_k — суммарная трудоемкость;

Q^n — стоимость приспособления;

P^n — вес приспособления.



Фиг. 2. Компоновка скальчатого кондуктора с наладкой для сверления отверстий в деталях класса валов.

При необходимости для конкретного производства перечень дополнительных свойств можно продолжить.

Согласно вышесказанному, объекты второго уровня описываются следующим образом:

$$C_{n_i}^{CE} = \langle C_{E_i}, n^{CE}, a_{k_i}^{CE} \rangle,$$

$$C_{g_{on_i}}^{CE} = \langle Q^{CE}, P^{CE}, \tau^{CE} \rangle,$$

где CE — код сборочной единицы по принятому классификатору;

n^{CE} — количество одинаковых CE;

$a_{k_i}^{CE}$ — вектор-строка размерных параметров CE

$$a_{k_i}^{CE} = \langle a_{k_1}, a_{k_2}, \dots, a_{k_n} \rangle;$$

$k = 1$ — установочные размеры;

$k = 2$ — привязочные размеры;

$k = 3$ — диапазон регулирования;

$k = 4$ — габаритные размеры;

Q^{CE} — стоимость CE;

P^{CE} — вес CE;

τ^{CE} — вектор-строка трудоемкости изготовления CE по видам операций.

Таким образом, исходя из [6], можно привести информационную модель приспособления и его элементов, являющуюся основой при составлении алгоритмов решения задач.

Информационная модель приспособления

$$M^P = (C_n \cup C_{g_{on}} \{M_i^{CE}\}_{i=1}^I);$$

информационная модель сборочной единицы

$$M_i^{CE} = (C_{n_i}^{CE} \cup C_{g_{on_i}}^{CE} \{M_{ij}^D\}_{j=1}^J),$$

где M_{ij}^D — информационная модель детали.

Если CE второго уровня состоит только из одной детали, то множество $(M_{ij}^D)_{j=1}^J = \emptyset$.

Ввиду того, что свойства объектов третьего уровня понадобятся при синтезе приспособлений, что, однако, не соответствует поставленной цели разработки ИПЯ, данная проблема в статье не рассматривается.

Вышеописанный ИПЯ реализован для конкретного производства. ИПЯ описывается на картах данных приспособления и его элементов (фиг. 3 и 4). Длина карты выбрана равной длине машинной перфокарты.

В качестве дополнительной информации данного исполнения введены тип привода, изготовитель, базовый станок, расход.

Одной картой данных описывается одно приспособление или СЕ, при этом записываемая информация разделена между четырьмя строками (00+03).

Нулевая строка предназначена для обозначения, наименования и ГОСТа или нормы приспособления.

Необходимая и дополнительная информация разделена между строками 01 - 03 с учетом возможно лучшего и последовательного заполнения.

Учитывая вероятность использования одного приспособления при обработке деталей различных классификационных групп для строки 01 отведены дополнительные строки.

На карте используется поле для системной привязки карт и определения принадлежности строк к определенным картам.

Также используется поле "Код", которое предназначено для внутрисистемного пользования и представляет из себя восьмипозиционный код. Применяется этот код для более четкого разделения типов приспособлений.

Указанные карты данных заполнены для скальчатого кондуктора, приведенного на фиг. 2.

Из множества СЕ второго уровня карта заполнена для сменной призмы I5.

Характеристика разработанной ИПЯ приводится в таблице I.

В ы в о д ы

I. Приспособление целесообразно рассматривать как имеющее иерархическую структуру, что дает возможность последовательно решать задачу создания ИПЯ.

Т а б л и ц а I

№ п/п	Свойство	Источник кода	Число позиций
I	BO	Разработан	2
2	GD	Дополненное ОКП	6
3	d_d	Разработан	26
4	d_{ki}^n	Разработан	32
5	$\psi_{\delta\alpha_3}$	Заимствован из [1]	2
6	СП	Заимствован из [7]	1
7	ψ_3	Заимствован из [1]	3
8	ψ_0	Заимствован	1
9	n	-	2
IO	τ^n	Разработан	48
II	Q^n	-	7
I2	P^n	-	7
I3	CE_i^L	Заимствован из [5]	8
I4	n^{CE}	-	2
I5	d_{ki}^{CE}	Разработан	60
I6	Q^{CE}	-	7
I7	P^{CE}	-	7
I8	τ^{CE}	-	48

2. Приспособление целесообразно характеризовать множеством свойств, определяющих его служебное назначение.

3. В зависимости от круга решаемых задач, свойства целесообразно разделить на необходимые и дополнительные. Первые определяют способность приспособления выполнять положенные ему функции, а вторые расширяют круг возможно решаемых задач.

Л и т е р а т у р а

I. ВИТстройдормаш Руководство по выбору рациональных конструкций станочных приспособлений для токарных, фрезерных

и сверлильных работ. ЦНИИТЭстройдормаш, 1974, с. 42.

2. К ю т т н е р Р.А., М е с и л а Р.А. Формальное описание структур обобщенных компоновок средств технологического оснащения. См. наст. сб., с. 25.

3. М и д о у Ч. Анализ информационно-поисковых систем. М., "Мир", 1970, с. 368.

4. М и х а л е в С.В. Автоматизация процессов подготовки производства. Минск, 1973, с. 286.

5. Нормаль машиностроения МН 80-59. Инструмент и приспособления для машиностроения. Группа 7. Приспособления для станочных и ручных работ. 1962, с. II8-139.

6. Р а к о в и ч А.Г., Ю р е в и ч С.А. Структурный анализ и уточнение информационной модели конструкции станочных приспособлений. "Вычислительная техника в машиностроении". Декабрь, 1972, с. 83-91.

7. Б л и з н ю к В.И. Классификация станочных приспособлений. "Стандарты и качество", № 10, 1974, с. 9.

J. Papstel, R. Mesila

Information Language of Machine Tool Rigs

Summary

In the technological preparation of production it is necessary to provide files with the main data of rigs to analyse them, to design new ones and to design the technological processes.

According to this paper the rig will be described by its name, service purpose and structure. As the main task now is the analysis and not the synthesis, the rig is taken as a hierarchical system with the properties of its elements on the two first levels (fig. 1). The properties define the service purpose and they are divided into the main and supplementary ones.

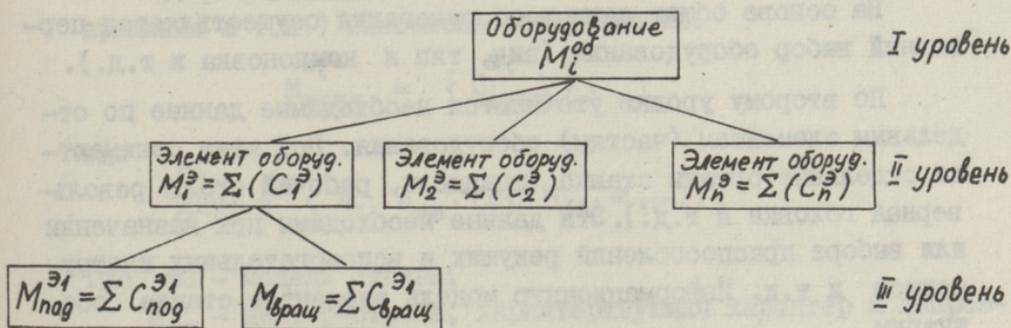
In this paper the characteristics of the information language for the rig and the form of its data blanks are given.

УДК 621.90.001.3+572.002.54

Р.А.Месила, М.Я.Пижнер

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ
 СИСТЕМ ДАННЫМИ ОБОРУДОВАНИЯ

В настоящей работе рассмотрены вопросы описания оборудования с точки зрения обеспечения технологических информационных систем необходимыми данными для проектирования операционной технологии. Для этого необходима разработка системы описания данных и формирование соответствующих массивов [1]. При построении информационной модели оборудования учтено, что при разных задачах требуется различная информация [2]. Оборудование по иерархической структуре расчленяется на несколько уровней (фиг. 1). На первом уровне описываются общие данные оборудования следующей информационной моделью:



Фиг. 1. Иерархическая структура данных оборудования.

$$M_{общ}^{об} = (C_{осн}^{об}; C_{доп}^{об}),$$

где $C_{осн}^{об}$ - основные общие данные оборудования;

$$C_{\text{осн}}^{\text{об}} = \langle \text{МС}, \text{В}, \text{Ко}, \bar{a}_k, \text{Р}, \bar{a}_d, \Gamma D \rangle,$$

где МС – модель станка (обозначение);

В – вид станка (по классификатору);

Ко – компоновка и количество позиций станка;

Р – расположение и количество шпинделей;

\bar{a}_k – принадлежность к системам с ЧПУ или копировальным;

\bar{a}_d – вектор–строка предельных размеров обрабатываемых деталей;

$$\bar{a}_d = \langle a_{d1}, a_{d2}, \dots, a_{dn} \rangle;$$

ΓD – классификационная группа обрабатываемых деталей.

Для расширения круга решаемых задач введены дополнительные сведения $C_{\text{доп}}^{\text{об}}$ об оборудовании:

$$C_{\text{доп}}^{\text{об}} = \langle \bar{a}_{\text{доп}}, \bar{\varepsilon}_{\text{об}}, \text{М}, Q_{\text{об}} \rangle,$$

где $\bar{a}_{\text{доп}}$ – вектор–строка дополнительных данных оборудования (заполняется при необходимости по специальной кодировочной таблице);

$Q_{\text{об}}$ – цена оборудования;

М – масса оборудования;

$\bar{\varepsilon}_{\text{об}}$ – вектор–строка экономических данных (норма амортизации, содержание оборудования и т.д.).

На основе общих данных оборудования осуществляется первичный выбор оборудования (вид, тип и компоновка и т.д.).

По второму уровню уточняются необходимые данные по отдельным элементам (частям) оборудования. Под этим понимаются отдельные органы станка (шпиндели, рабочий стол, револьверная головка и т.д.). Эти данные необходимы при назначении или выборе приспособлений режущих и вспомогательных инструментов и т.д. Информационную модель элементов станка обозначим

$$M_i^{\varepsilon} = (C_i^{\varepsilon}) = (C_{i1}^{\varepsilon}, C_{i2}^{\varepsilon}, \dots, C_{in}^{\varepsilon}),$$

где свойства отдельного элемента будут описаны следующими параметрами:

$$C_i^{\varepsilon} = \langle \text{МС}, \bar{a}_z, \bar{a}_y, \bar{a}_{\text{дв}}, \bar{a}_{\text{доп}} \rangle,$$

где МС – модель станка;

\bar{a}_z - вектор-строка, характеризующая расположение и количество описываемых элементов;

\bar{a}_y - вектор-строка, характеризующая установочные размеры описываемого элемента;

$\bar{a}_{дв}$ - вектор-строка, характеризующая движения описываемого элемента;

$\bar{a}_{доп}$ - вектор-строка дополнительных данных.

Каждый из этих параметров будет повторен столько раз, сколько он имеет разновидностей.

По третьему уровню описываются отдельно разновидности движений отдельных элементов оборудования:

а) информационная модель движений подач

$$M_{под}^{эi} = \{ C_{под}^{эi} \},$$

где $C_{под}^{эi} = \langle MC, \bar{a}_{дв}, (S_i^{эi}) \rangle$,

где MC - модель станка;

$\bar{a}_{дв}$ - вектор-строка движения элемента, так как каждый элемент может иметь движения в нескольких направлениях;

$(S_i^{эi})$ - набор подач;

б) информационная модель главного движения (частота вращения и т.п.) элементов оборудования:

$$M_{движ}^{эi} = \{ C_{движ}^{эi} \},$$

где $C_{движ}^{эi} = \langle MC, \bar{a}_{дв}, (n_i, N_{сл}, M_{гон}) \rangle$,

где MC - модель станка;

$\bar{a}_{дв}$ - вектор-строка, характеризующая характер и направление движения;

$(n_i, N_{сл}, M_{гон})$ - набор численных значений частот вращения, мощности по слабому звену и допускаемого момента.

Данные элементов по третьему уровню необходимы для определения режимов резания и нормирования, окончательной проверки возможностей станка и др.

В общем информационную модель оборудования можем представить в виде

$$M_i^{\text{обор}} = M_{\text{общ}}^{\text{об}} ; [M_i^{\text{э}} ; (M_{\text{под}}^{\text{э}i} ; M_{\text{движ}}^{\text{э}i})]$$

или

$$M_i^{\text{обор}} = (C_{\text{осн}}^{\text{об}} ; C_{\text{доп}}^{\text{об}}) ; \{ (C_i^{\text{э}}) ; (\{ C_{\text{под}}^{\text{э}i} \} ; \{ C_{\text{движ}}^{\text{э}i} \}) \} .$$

В соответствии с приведенной информационной моделью оборудования разработана система описания данных, характеристика которой приведена в таблице I.

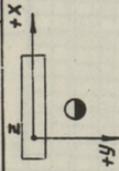
Т а б л и ц а I

Характеристика описания данных оборудования

	Свойство, параметр	Источник кода	Число позиций
I.	B	по классификатору ЭНИМСа .	2
2.	Кo	разработан	I
3.	P	разработан	I
4.	ГD	по классификатору ОКП	6
5.	\bar{a}_k	разработан	2
6.	\bar{a}_d	разработан	I6
7.	$\bar{a}_{\text{доп}}$	разработан	4
8.	$Q_{\text{об}}$	-	5
9.	M	-	3
I0	$\bar{E}_{\text{об}}$	разработан	22
II.	$\bar{a}_{\text{э}}$	разработан	9
I2.	\bar{a}_y	разработан	I3
I3.	$\bar{a}_{\text{дв}}$	разработан	II

На основе приведенной модели разработаны карты данных для описания данных оборудования [I, 3]. Карты разработаны отдельно для общих данных станка (фиг. 2), для данных элементов станка (фиг. 3) и для описания движений элементов (фиг. 4). На последней карте представляются данные подач и частот вращения. Длина карты выбрана равной длине машинной перфокарты. Все карты в общем массиве связаны через регистрационный номер карты. Общие данные и данные элементов хранятся в одном массиве, из данных подач и из данных частот вращения формируются отдельные массивы. При работе данные оборудования в таком виде представления легко доступны

Карта общих данных станка



Литера

Позиционность		Расположение шпинделя	
однопрзлч.	1	с одной стороны	1
дет. перер.	2	с двух "	2
прямолин. пер.	3	" "	3
кругл. бор-з	4	четыре "	4
" " " " х	5	" "	5
" " " " "	6	" "	6
" " " " "	7	" "	7
" " " " "	8	" "	8
" " " " "	9	" "	9
" " " " "	0	" "	0

стандарт, марка

№ карты		Обозначение		Наименование	
1	11	24			66
4	21	00	1	2	1
1	11	1	1	1	1
4	21	00	1	2	1
1	11	1	1	1	1
4	21	00	1	2	1

№ карты		Характеристика		Обработка		Размеры так загат.		Дополнит. данные		Цена
Вид	позит	позит	позит	В	Н	Л-тип	Л-так	код	код	
19	2128	2428	2718293431	37	41	45	49	53	55	67
2	511	1	1				1	5	1	6

№ карты		Вес		Цена		Материал		Материал		Материал	
т	тыс. руб.	автор.	автор.	автор.	автор.	автор.	автор.	автор.	автор.	автор.	автор.
1	14	19	21	26	28	30	33	37	41	45	49

№ карты		Вес		Цена		Материал		Материал		Материал	
т	тыс. руб.	автор.	автор.	автор.	автор.	автор.	автор.	автор.	автор.	автор.	автор.
1	14	19	21	26	28	30	33	37	41	45	49

Фиг. 2. Карта общих данных станка.

Карта данных элементов станка

№ карты		Модель станка		Данные шпинделя, рабочего стола, резцедержателя, реж. головки.										Литера						
				Расположение		Размеры установочные		Движения		Превылы		Допол. данные								
№	шпинд.	ст.	ст.	к-во	код	к-во	код	к-во	код	к-во	код	к-во	код	к-во	код	к-во	код			
1	11	11	11	26	30	35	37	41	43	44	46	51	56	60	62	65	66	72	74	75
4210011100	ШПИНДЕЛЬ																			
4210011101	2A55	1123	131	5				11133	212	202000										
4210011102	2A55	1123	131	5				21223	125	0562	5080350									

Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата

Уч. № подл.	Уч. лист	№ докум.	Подпись	Дата	Разраб.	Провер.	Перофор.	Ввел в экз.	Уч. лист

Фиг. 3. Карта данных элементов станка.

Карта данных подач (44) и оборотов (43)

№ карты	Модель станка	Движение				S ₁ M _{двн} кгм	S ₂ N _{взд} кВт	S ₃ P ₂	S ₄ M _{двн} кгм	S ₅ N _{сн.сб} кВт	S ₆ P ₃	S ₇ M _{двн} кгм	S ₈ N _{сн.сб} кВт	S ₉ P ₄	S ₁₀ M _{двн} кгм	S ₁₁ N _{сн.сб} кВт	S ₁₂
		№	Угол поворота	Угол отх отку	Угол ф-во отку												
4310011100	ЧИСЛА	11	19 21 23 24 25 26	20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	37	41	44	46	51	57	61	65	69	73	77		
4310011101	2A55	1111133		202	20		25			31				40			
4310011102	2A55	1111133		202	50		63			80				100			
4310011103	2A55	1111133		202	125		160			200				250			
4310011104	2A55	1111133		202	315		400			500				630			
4310011105	2A55	1111133		202	800		1000			1250				1600			
4310011106	2A55	1111133		202	2000		0.										
4410011100	ПОДАЧИ																
4410011101	2A55	1121223		125	0,560, 08, 1120, 10, 224, 315, 450, 6300, 901, 251, 802, 50												

Угол повор. Подп. и дата
Угол повор. Подп. и дата
Угол повор. Подп. и дата
Угол повор. Подп. и дата

Лист
Лист

Фиг. 4. Карта данных движения.

каждому потребителю, легко их проверить и исправить, ввод данных осуществляется прямо с карты данных.

Разработанная система используется на кафедре технологии машиностроения ТПИ при машинном проектировании технологических процессов турбинных лопаток.

Л и т е р а т у р а

1. Вялло А.А., Киммель А.А. и др. Механизация и автоматизация технологической подготовки производства. Таллин, 1976, 130 с.

2. Ракович А.Г. Юревич С.А. Структурный анализ и уточнение информационной модели конструкции станочных приспособлений. "Вычислительная техника в машиностроении". Минск, декабрь 1972, с. 83-91.

3. B u s s e l t J.M. Datenkarte für Fertigungsmittel zur Bohrarbeitung. Industrie-Anzeiger 95 Jg. № 99 v. 1973, S. 2354-2355.

R. Mesila, M. Pikner

A Way of Describing the Data of Equipment for the Technological Information System

Summary

The paper deals with the formation of the information system of technological equipment. The data of technological equipment are represented as information model. The characteristics of the information language for data description of equipment are given.

Special forms of data blanks for the description of equipment for machine aided planning of operation technology are developed.

УДК 621.90.001.3+572.002.54

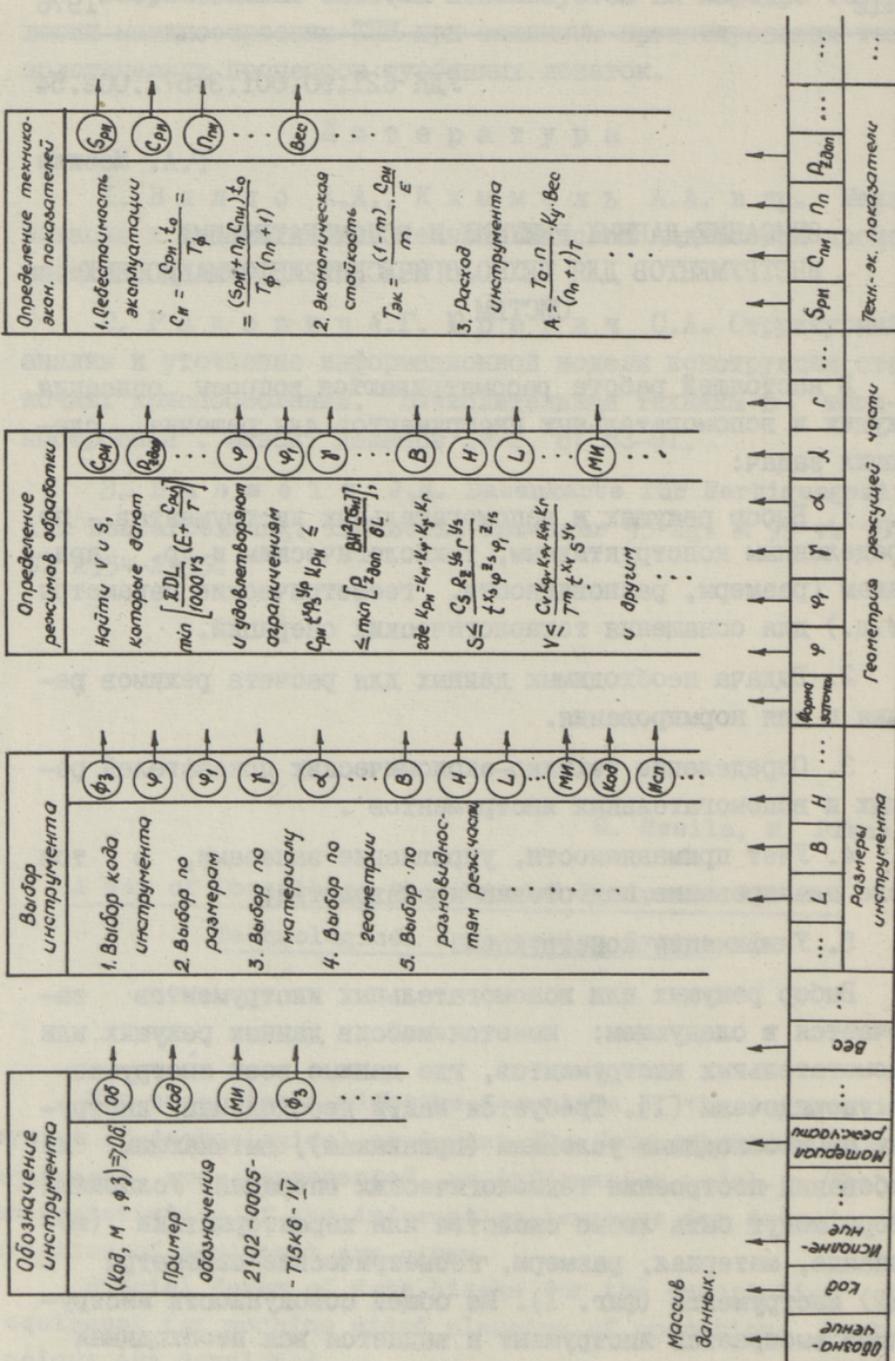
Р.А. Месиля

ОПИСАНИЕ ДАННЫХ РЕЖУЩИХ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ
ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ
СИСТЕМ

В настоящей работе рассматриваются вопросы описания режущих и вспомогательных инструментов для решения следующих задач:

1. Выбор режущих и вспомогательных инструментов по определенным конструктивным, технологическим и др. признакам (размеры, разновидности, геометрические параметры и т.д.) для оснащения технологических операций.
2. Выдача необходимых данных для расчета режимов резания и для нормирования.
3. Определение технико-экономических показателей режущих и вспомогательных инструментов.
4. Учет применяемости, управление запасами, в том числе планирование подготовки производства.
5. Унификация конструкций.

Выбор режущих или вспомогательных инструментов заключается в следующем: имеется массив данных режущих или вспомогательных инструментов, где данные всех инструментов упорядочены [1]. Требуется найти необходимый инструмент по необходимым условиям (признакам), вытекающим из требований построения технологических операций. Условиями выбора могут быть любые свойства или характеристики (исполнение, материал, размеры, геометрические параметры и т.д.) инструмента (фиг. 1). Из общей совокупности инструментов выбирается инструмент и выдается вся необходимая информация о нем. Аналогично могут быть решены и остальные задачи.



Фиг. 1. Примеры решаемых задач.

Все необходимые данные режущих и вспомогательных инструментов согласно [2] представим в виде информационной модели:

$$M^{(PI)} = (C_{\text{осн}}^{(PI)}; C_{\text{доп}}^{(PI)}) \quad \text{и}$$

$$M^{(ВИ)} = (C_{\text{осн}}^{(ВИ)}; C_{\text{доп}}^{(ВИ)}),$$

где индексы PI и ВИ обозначают соответственно режущий и вспомогательный инструменты.

В такой модели $C_{\text{осн}}$ и $C_{\text{доп}}$ определяют совокупность параметров, описывающих размерные, геометрические, технологические, функциональные и др. характеристики рассматриваемых инструментов.

Основные данные режущих инструментов $C_{\text{осн}}^{(PI)}$, определяющие их способность выполнять представленные задачи, описываются параметрами:

$$C_{\text{осн}}^{(PI)} = \langle K, КП, z, МИ, \bar{a}_{\text{осн}}, \bar{a}_{\text{доп}}, \bar{a}_{\text{уст}}, \Gamma \rangle,$$

где K — код инструмента, определяющий принадлежность инструмента к разным технологическим группам;

$КП$ — набор конструктивных признаков инструмента (тип, исполнение, вид и т.д.);

z — количество режущих элементов (зубьев);

$МИ$ — материал режущей части инструмента;

$\bar{a}_{\text{осн}}$ — вектор-строка основных размеров с определением разновидностей форм режущей части по разработанной кодировочной таблице;

$$\bar{a}_{\text{осн}} = \langle a_{\text{осн} 1}, a_{\text{осн} 2}, \dots, a_{\text{осн} n} \rangle;$$

$\bar{a}_{\text{доп}}$ — вектор-строка дополнительных размерных данных, определяющая более точно размерную характеристику инструмента,

$$\bar{a}_{\text{доп}} = \langle a_{\text{доп} 1}, a_{\text{доп} 2}, \dots, a_{\text{доп} m} \rangle,$$

$\bar{a}_{\text{уст}}$ — вектор-строка разновидностей размеров установки инструмента в станок или в вспомогательный инструмент (определяется по разработанной кодировочной таблице)

$$\bar{a}_{уст} = \langle a_{уст\ 1}, a_{уст\ 2}, a_{уст\ 3}, \dots, a_{уст\ k} \rangle;$$

Γ – набор геометрических параметров режущей части инструмента.

При описании основных данных вспомогательных инструментов $C_{осн}^{(ВИ)}$ не применяются параметры z и Γ , вместо которых включена вектор-строка привязочных размеров $\bar{a}_{прив}$, характеризующая привязочные места (размеры и типы) для закрепления режущего инструмента.

$$C_{осн}^{(ВИ)} = \langle K, КП, МИ, \bar{a}_{осн}, \bar{a}_{уст}, \bar{a}_{прив} \rangle,$$

где $\bar{a}_{прив} = \langle a_{прив\ 1}, a_{прив\ 2}, \dots, a_{прив\ l} \rangle$, определяется по разработанной кодировочной таблице.

Дополнительные свойства режущего инструмента описываются следующими параметрами:

$$C_{доп}^{(РИ)} = \langle Q_{ри}, M_{ри}, \bar{\tau}_{ри}, \tau_k, ЗАГ, ДП \rangle,$$

где $Q_{ри}$ – стоимость;

$M_{ри}$ – масса;

$\bar{\tau}_{ри}$ – вектор-строка трудоемкости изготовления по видам операций

$$\bar{\tau}_{ри} = \langle \tau_{ри1}, \tau_{ри2}, \tau_{ри3}, \dots, \tau_{рин} \rangle;$$

τ_k – суммарная трудоемкость;

ЗАГ – вектор-строка данных материала и размеров заготовки;

ДП – набор дополнительных данных, присвоенных по вспомогательной кодировочной таблице (технико-экономические данные, допускаемые усилия и т.д.).

Дополнительные свойства вспомогательного инструмента $C_{доп}^{(ВИ)}$ описываются аналогично.

Характеристика разработанного информационно-поискового языка приводится в таблице I.

Для кодирования и ввода данных режущих и вспомогательных инструментов разработаны специальные карты данных, от-

дельно для режущего и вспомогательного инструмента (фиг. 2 и 3).

Т а б л и ц а I
Характеристика ИПЯ для режущего и вспомогательного инструментов

Свойство		Источник кода	Число позиций
I	К	Классификатор МН 77-59	8
2.	КП	разработан	4
3.	$\bar{a}_{осн}$	разработан	20
4.	$\bar{a}_{уст}$	разработан	13
5.-	$\bar{a}_{прив}$	разработан	13
6.	Г	-	18
7.	Z	-	2
8.	МИ	-	8
9.	τ	разработан	$5(2+4)+5=35$
10	ЗАГ	разработан	18
11.	ДП	разработан	$3(2+4)=18$

Длина карты равняется длине машинной перфокарты, по ней производится и перфорация данных. В общем массиве архива средств технологического оснащения (АСТО) все данные упорядочены по "№ карты", но выбор и поиск возможны по любым признакам, представленным на картах. Разработанные карты и система описания данных режущих и вспомогательных инструментов применяются на кафедре технологии машиностроения ТПИ при машинном проектировании технологических процессов.

Л и т е р а т у р а

1. Вялло А.А., Киммель А.А. и др. Механизация и автоматизация технологической подготовки производства. Таллин, 1976, 130 с.

2. Ракович А.Г., Юревич С.А. Структурный анализ и уточнение информационной модели конструкций станочных приспособлений. "Вычислительная техника в машиностроении". Минск, декабрь 1972, с. 83-91.

Description of the Data of Cutting and Auxiliary
Tools for the Technological Information System

Summary

The paper deals with the formation of information system of cutting and auxiliary tools. The data are represented as information model. The characteristics of the information language for data description are given.

Special forms of data blanks for description of cutting and auxiliary tools for design of the technological processes are developed.

УДК 658.512:621.9

Р.А. Кюттнер

МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ПРАВИЛ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
РЕШЕНИЙ И АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫБРАННОЙ
ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ПРАВИЛ СИСТЕМЫ ПРИЗНАКОВ

Создание информационно-поисковых языков и выбор эффективной системы исходных признаков для построения технологических правил представляет собой насущную задачу и является в данное время основной предпосылкой использования средств вычислительной техники для решения следующих задач:

- 1) группирования деталей по их конструктивному и технологическому подобию;
- 2) поиска деталей прототипов, прототипа оснастки и др.;
- 3) построения методами фотографирования действий технолога правил технологических решений, таких как выбор оборудования, оснащения, маршрута обработки и др.

При разработке правил технологических решений для систем машинного проектирования мы прежде всего сталкиваемся с вопросом, является ли выбранный набор исходных признаков достаточным для решения поставленной задачи. Наличие большого числа случаев, где для деталей с близкими значениями признаков заданы различные решения технологических процессов, говорит о том, что многие факторы, влияющие на исход технологического процесса, не вошли в систему признаков, и, следовательно, выбранный набор признаков не является полным, достаточным для достоверного прогноза технологического процесса или его элементов.

Вместе с вопросом о полноте набора признаков возникает вопрос о достаточности объема статистического исход-

ного материала для получения достоверного решающего правила и определения значимости отдельных признаков для решения поставленной задачи.

Рассмотрим вопросы построения решающего правила и оценки полноты выбранной системы признаков, используя методы решения задач распознавания образов [1]. Применение этих методов для разработки алгоритмов проектирования технологии рассмотрено также в работах [3], [4] и др.

Дана исходная система признаков x_1, x_2, \dots, x_k . Признаки определяются априорно, на основе имеющихся знаний. При этом составляется избыточный набор признаков. Каждый признак x_i может принимать значения из некоторого алфавита кодов Mx_i . Каждый исследуемый объект (деталь, средство технологического оснащения) описывается набором k -признаков, представляющих реализацию вектора $x = (x_1, x_2, \dots, x_k)$; $x_i \in Mx_i$. Каждая реализация является элементом некоторого пространства признаков R , т.е. $x \in R$.

Признаки являются или качественными (номинальными), как кодированные данные геометрической формы деталей, материала детали, вида исходной заготовки и других, или порядковыми (упорядоченными) как размерные характеристики детали, точность и чистота основных поверхностей. Упорядочивание качественных признаков обычно не имеет содержательного смысла.

Кроме этого, имеется пространство A возможных вариантов технологических решений $A_i, i = 1, 2, \dots, m$, называемое "пространством образов". При этом обычно размерность пространства образов $a = 1$.

Построение решающих правил заключается в построении функции (алгоритма) $\varphi(x)$, определяющей для каждого элемента $x \in R$ случайную величину A_i , такую, что

$$P(\varphi(x) = A_i) = p_i, \quad \sum_{A_i \in A} p_i = 1, \quad (I)$$

где $P(\varphi(x) = A_i)$ обозначает вероятность события $\varphi(x) = A_i$.

В частном случае, если $p_i=1$ и $p_u=0$ для $i \neq u$, можно говорить о детерминированном решающем правиле $\varphi(R \rightarrow A)$, определяющем для каждого $x \in R$ однозначный образ A_i , $\varphi(x) = A_i$ [I] .

Для построения функции $\varphi(x)$ используется статистический материал, т.н. "обучающая выборка". Необходимость применения вероятностного подхода для решения практических задач определена наличием погрешностей в статистическом материале, обусловленным:

- ошибками кодирования;
- ошибками в рассматриваемых решениях;
- неполнотой языка.

Возможность построения для конкретной задачи детерминированного решающего правила $\varphi(x)$ определяется чувствительностью решений к вышеизложенным погрешностям.

В основу алгоритмов построения решающих правил заложим следующее естественное предположение о том, что достаточно близким набором признаков (описаниям объектов) должны соответствовать одинаковые или достаточно близкие значения решения A_i .

Предположим, что близость определяется некоторой метрикой $\rho(x, y)$, задаваемое расстояние рассматриваемой точки $x \in R$ до точки $y \in R$.

Для качественных признаков расстояние в пространстве определяется как расстояние Хемминга:

$$\rho_i(x, y) = \begin{cases} 0, & \text{если } x_i = y_i \\ 1, & \text{если } x_i \neq y_i. \end{cases} \quad (2)$$

Расстояние между двумя точками x и y по порядковым признакам можно определить выражением:

$$\rho_i(x, y) = \begin{cases} 0, & \text{если } |x_i - y_i| \leq \varepsilon_i \\ 1, & \text{если } |x_i - y_i| > \varepsilon_i, \end{cases} \quad (3)$$

где ε_i - порог различения признака, определяемый по технологическим соображениям.

Расстояние между двумя точками x и y в пространстве определяется суммой расстояний по отдельным признакам

$$\rho(x, y) = \sum_{i=1}^k \rho_i(x, y). \quad (4)$$

Ясно, что определенное по (4) расстояние всегда удовлетворяет условию:

$$0 \leq \rho(x, y) \leq k.$$

При решении отдельных технологических задач для определения расстояния по таким порядковым признакам, как размерные характеристики детали, точность и чистота основных поверхностей, целесообразно взамен выражения (3) использовать выражение вида:

$$\rho_i(x, y) = \begin{cases} 0, & \text{если } x_i - y_i \leq \varepsilon_i, \\ 1, & \text{если } x_i - y_i > \varepsilon_i. \end{cases} \quad (5)$$

Расстояние, определенное по выражению (5), дает возможность учета направленности расстояния, характерной для технологических задач. Например, на оборудовании, предусмотренном для обработки деталей больших размеров, возможна и обработка деталей меньших размеров, оборудование и методы обработки, обеспечивающие большую точность и чистоту поверхностей, всегда обеспечивает и меньшую точность и чистоту обработки.

При использовании выражения (5)

$$\rho(x, y) \neq \rho(y, x).$$

Применительно к задачам технологического проектирования целесообразной формой представления функции является:

в пространстве R выбирается некоторым образом наименьшая система опорных точек y^1, y^2, \dots, y^s , такая, что шары радиуса ρ^* с центрами в точках y^1, y^2, \dots, y^s покрывают множество возможных значений вектора x .

Исходя из исходного принципа, что достаточно близким наборам признаков должны соответствовать и одинаковые решения, можем в некоторой окрестности опорной точки y^i , задаваемой условием $\rho(x, y^i) \leq \rho_i^*$, определить распределение вероятностей решений

$$P(A_j; \rho(x, y^i) \leq \rho_i^*) = p_{ij}; \quad \sum_{A_j \in A} p_{ij} = 1. \quad (6)$$

Для определения решения в любой точке x необходимо найти по условию $\rho(x, y^i) \leq \rho_i^*$ опорную точку y^i , близкую к точке x , после чего решение в точке x определяется распреде-

лением вероятностей в опорной точке y^i . Если такой опорной точки не существует, то получается отказ в решении.

		Решения		
		A_1	A_2	A_3
Значение признаков	$x_1 = a_1$	0	1	0
	$x_1 = a_2$	0	0	1
	$x_1 = a_3$	1	0	0
	$x_2 = b_1$	0	0	1
	$x_2 = b_2$	0	1	0
	$x_2 = b_3$	1	0	0

Сумма векторов строк
таблицы для $y = (a_3, b)$

2	1	0
---	---	---

решение в $y = (a_3, b)$: A_1

Фиг. 1. Пример таблицы решения. На фигуре каждая точка описывается двумя признаками (x_1, x_2) , при этом x_1 - качественный и x_2 - порядковый признак и $b_1 \leq b_2 \leq b_3$. Требуется определение решения для точки $y = (a_3, b)$, если известно, что $b \leq b_3$.

Выражение детерминированных правил в такой форме соответствует представлению технологических правил в виде т.н. "таблицы решений", которая нашла широкое применение в системах машинного проектирования технологических процессов (фиг. I).

Систему опорных точек необходимо выбирать такой, что каждой окрестности опорной точки соответствует одно или, по крайней мере, несколько решений, вероятности осуществления которых значительно превышают остальные. Если одной окрестности соответствует несколько решений, то в алгоритмах технологического проектирования необходимо, кроме решающих правил, предусмотреть дополнительное уточне-

ние решения, например, на основе экономического анализа.

Для определения системы опорных точек y^1, y^2, \dots, y^s допустимых порогов расстояний ρ_i^* , $i = 1, 2, \dots, s$ и распределений вероятностей p_{ij} , $i = 1, 2, \dots, s$; $j = 1, 2, \dots, m$ необходима статистическая обработка выборки x^1, x^2, \dots, x^N ,

где N — объем обучающей выборки.

При этом для каждого вектора обучающей выборки задано однозначное решение A_i . Для решения поставленной задачи можно применять методику, изложенную в [2]. На основе выборки определяется выборочное распределение

$$p^*(x) = \frac{h(x)}{N}, \quad (8)$$

где $h(x)$ — число точек в выборке, совпадающих с точкой x .

Поскольку среди признаков имеются и качественные, то оценки математического ожидания и медианы распределения не имеют содержательного смысла. Единственной характеристикой расположения является мода, определяемая условием

$$p^*(y) = \max_i p^*(x^i).$$

Классическим распределением, которым возможно сравнивать выборочное распределение, является равномерное распределение. В рассматриваемом случае равномерное распределение определяется соотношением

$$P(x) = \frac{1}{T} \text{ для } x \in R,$$

где T — количество точек x в пространстве R^k .

Концентрацию точки x описывает коэффициент $\kappa(x)$, определяемый равенством

$$\kappa(x) = T p^*(x).$$

Ясно, что в случае равномерного распределения $\kappa(x) = 1$. Для моды y $\kappa(y) \geq 1$, и чем больше вероятность моды по сравнению с вероятностью равномерного распределения, тем больше значение $\kappa(y)$.

Псевдомодами распределения $P(x)$ назовем все точки y^i , при которых $\kappa(y^i) \geq 1$.

Иногда оказывается целесообразным применять k -псевдомоду, определяемую из выражения:

$$\kappa(y^i) \geq k, \quad k \geq 1.$$

Понятно, что при каждом распределении существуют k -псевдомоды только для значений k , удовлетворяющих условию

$$1 \leq k \leq \varkappa(y) \leq T.$$

Определяя по выборочному распределению набор k -псевдомод y^1, y^2, \dots, y^{S_k} , получим оценку системы опорных точек.

Допустимые пороги расстояний ρ_i^* и минимальное число опорных точек s_k , определяемое величиной k в (9), могут быть определены на основе анализа качества решающего правила. Статистическая оценка достоверностей и точностей решающего правила $\varphi(x)$ может быть сделана по результатам экзамена или с помощью имеющейся обучающей выборки путем сравнения величины A в точках обучающей выборки со значениями величины A , определяемыми в той же точке по решающему правилу $\varphi(x)$.

Качество решающего правила $\varphi(x)$ определяется числом неверных ответов и числом отказов в ответе (число деталей, не принадлежащее ни одной окрестности). При этом может быть использовано выражение:

$$c = p + \sigma q,$$

где p — частота неверных ответов;

q — частота отказов в ответе;

σ — коэффициент, характеризующий относительную нежелательность ошибок и отказов в ответе.

В таблице I в качестве примера приведено решение задачи выбора маршрута обработки на основе признаков классификатора ОКП. Были рассмотрены маршруты 100 деталей типа валов. Были выделены два типовых маршрута, условно обозначаемые через А и Б. Результаты решения, правила отнесения маршрута обработки к типовым А или Б, представлены в таблице I.

На основе анализа обучающей выборки получены следующие оценки качества полученного решающего правила,

1) неверных решений 7 %;

2) отказов 14 %.

Относительно низкое качество решений показывает недостаточность набора признаков для однозначного решения задачи определения маршрута обработки и ссылается на необходимость дальнейшей разработки системы признаков.

Т а б л и ц а I

№ псев- домоды	Признаки (коды деталей по ОКП)				Доп. по- рог рас- стояний	Типо- вой марш- рут	
	подкласс детали	код размер- ной характе- ристики		код ма- териала			
I	I	2	5	0	I	I	Б
2	I	I	2	0	0	2	А
3	6	3	4	0	2	3	Б
4	I	4	6	3	0	2	Б

Предложенная методика дает возможность автоматизированного построения алгоритмов технологических решений на основе данных описаний технологических объектов и принятых в условиях конкретного производства решений, представленных в информационных массивах технологической информационной системы (ТИС). Одной из областей применения методики является также анализ полноты информационных массивов ТИС. При разработке форм внутреннего представления данных алгоритмов автоматизированных систем технологического проектирования необходимо учесть возможность автоматизированного составления этих данных на базе методов распознавания образов.

Л и т е р а т у р а

1. Т и й т Э. Об одной математической формализации задач распознавания образов. - В сб. "Распознавание образов", Тартуский госуниверситет, Тарту, 1972, с. 20-28.
2. Т и й т Э. Распознавание образов на основании качественных признаков. - В сб. "Распознавание образов". Тартуский госуниверситет, Тарту, 1972, с. 81-97.
3. В а й с б у р д Р.А., М у с а е в Б.С., А л и е в Ч.А. Применение методов обучения распознаванию образов для разработки алгоритмов проектирования технологии. - В сб. "Вычислительная техника в машиностроении", ИТК АН БССР, Минск, март 1973, с. 27-36.
4. С о с к и н Л.Б., Ц в е т к о в В.Д. Задача обучения ЭВМ классификации технологических объектов, заданных сложными иерархическими признаками. - В сб. "Вычисли-

тельная техника в машиностроении", ИТК АН БССР, Минск,
март 1973, с. 20-26.

R. Küttner

The Method for Construction of Technological Rules
and for Testing the Efficiency of the Suggested Set
of Characteristics Describing these Rules

Summary

In the present paper the process of pattern recognition is used for solving technological problems and for testing the quality of the suggested set of characteristics for describing the technological rules.

An example for the practical use of the method is given.

УДК 621.9.002.5

Р.А.Кюттнер, Ю.Э.Рийвес

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОЧИХ УЧАСТКОВ
(ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ)

Характерным для проектирования процессов механической обработки является многовариантность решений. Обработку деталей можно, с технической точки зрения, вести с одинаковым успехом на различном оборудовании.

Задачей технологического планирования производства является распределение деталей или групп технологически однородных деталей (в мелкосерийном и индивидуальном производстве) между различным оборудованием или рабочими участками.

Задачи подобного вида возникают как при планировании нового производства, так и при решении задач технологической специализации рабочих участков (построение групповых наладок) и при перераспределении деталей между рабочими участками при внедрении в производство нового оборудования. Если при решении последней задачи ввести ограничение, учитывающее, что дополнительные затраты на приобретение нового оборудования должны окупаться экономией заработной платы и эксплуатационных расходов оборудования, то получим задачу выбора оборудования.

В литературе данная задача называется "станковой задачей". Возможные варианты решения приводятся, например, в [1]. Существующие методики не учитывают ряд обстоятельств, характерных для серийного производства, как, например, нецелесообразность деления обработки партии деталей между различным оборудованием, что увеличивает необходимое число переналадок оборудования. Необходимо также ограничивать число переналадок за один рабочий день.

Рассмотрим постановку задачи, ориентированной для серийного производства. Представим возможные технологические варианты обработки рассматриваемых деталей в виде таблицы I.

Т а б л и ц а I

Наименования групп деталей	Число деталей	Варианты выполнения операций (унифицированные наладки)						
		I	2	3	4	—	m-1	m
I	N_1	$T_{w_{11}}$ $T_{n_{311}}$	$T_{w_{12}}$ $T_{n_{312}}$	—	$T_{w_{14}}$ $T_{n_{314}}$		—	—
2	N_2	—	$T_{w_{22}}$ $T_{n_{322}}$	$T_{w_{23}}$ $T_{n_{323}}$	—		—	—
3	N_3	$T_{w_{31}}$ $T_{n_{331}}$	$T_{w_{32}}$ $T_{n_{332}}$	$T_{w_{33}}$ $T_{n_{333}}$	—		—	—
—								
n-1	N_{n-1}	—	—	—	—		—	$T_{w_{n-1,m}}$ $T_{n_{3n-1,m}}$
n	N_n	—	—	—	—		—	$T_{w_{nm}}$ $T_{n_{3nm}}$
Стоимость одной станко-минуты		C_1	C_2	C_3	C_4		C_{m-1}	C_m

- В таблице: n — общее число наименований деталей;
 m — общее число возможных вариантов обработки (число унифицированных наладок, различного оборудования и др.);
 N_i — программное задание выпуска i -ых деталей в рассматриваемый промежуток времени;
 $T_{w_{ij}}$ — штучное время обработки i -ой детали по j -ому варианту;
 $T_{n_{3ij}}$ — подготовительно-заключительное время обработки i -ой детали по j -ому варианту;
 C_j — стоимость станко-минуты j -го оборудования.

Нормируются лишь технологически возможные варианты. Невозможные варианты обозначаются в таблице черточкой.

Обозначим через δ_{ij} индикатор, показывающий обработку i -ой детали по j -ому варианту.

$$\delta_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{если } i\text{-ая деталь обрабатывается по } j\text{-ому} \\ & \text{варианту,} \\ 0 & \text{если обработка отсутствует.} \end{cases}$$

Применение целочисленного индикатора обеспечивает в решении, что любая партия деталей неделима и участвует в процессе обработки только в виде единицы.

Распределение деталей по вариантам можно при этом определить матрицей:

$$\begin{vmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} & \dots & \delta_{1m} \\ \delta_{21} & \delta_{22} & \dots & \delta_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \delta_{n1} & \delta_{n2} & \dots & \delta_{nm} \end{vmatrix}.$$

Требование обработки всех деталей при введенных обозначениях представляется в виде:

$$\sum_{j=1}^m \delta_{ij} = 1. \quad (I)$$

Введем целочисленную переменную δ_j , определяющую число станков (унифицированных наладок) вида j ,

$$\delta_j = 0, 1, 2, \dots$$

Ограничение на максимальную загрузку станков в этом случае имеет вид (для $j = 1, 2, \dots, m$)

$$\sum_{i=1}^n \delta_{ij} (T_{\omega ij} N_i + T_{n3ij}) \leq \delta_j k_{\max} \Phi, \quad (2)$$

где k_{\max} — допустимый коэффициент максимальной загрузки станков;

Φ — календарный фонд времени работы станков.

Минимальные допустимые загрузки станков ($j = 1, 2, \dots, m$) определяются по неравенству

$$\sum_{i=1}^n \delta_{ij} (T_{\omega ij} N_i + T_{n3ij}) \geq \delta_j k_{\min} \Phi, \quad (3)$$

где k_{\min} — допустимый коэффициент минимальной загрузки станков.

Для устранения в решении противоречий, если $\delta_j = 0$, а

$$\sum_{i=1}^n \delta_{ij} > 0,$$

т.е. j -ый станок не используется в решении, а ему планируется обработка некоторых деталей, вводим ограничения

$$n \cdot \delta_j - \sum_{i=1}^n \delta_{ij} \geq 0. \quad (4)$$

Использование ограничения (3) для высокопроизводительного оборудования не всегда оправдано. Целесообразность использования высокопроизводительного оборудования при небольшом выпуске изделий можно определить, сравнивая экономию заработной платы и расходов на эксплуатацию оборудования с дополнительными затратами на его приобретение. Учитывая последнее, получим для высокопроизводительного оборудования взамен пары ограничений (3) и (4) следующие

$$\sum_{i=1}^n \delta_{iy} [(N_i T_{w_{iv}} + T_{n_{3iv}}) C_v - (N_i T_{w_{iy}} + T_{n_{3iy}}) C_y] \geq \delta_y K, \quad (5)$$

$$n \delta_y - \sum_{i=1}^n \delta_{iy} \geq 0, \quad (6)$$

где y - вариант с высокопроизводительным оборудованием;
 v - сравниваемый вариант (получается решением задачи без варианта y);
 K - приведенные на рассматриваемый промежуток времени дополнительные затраты на приобретение высокопроизводительного оборудования.

Для получения непрерывности производства и устранения частных переналадок оборудования необходимо ограничить общее число переналадок.

$$\sum_{i=1}^n \delta_{ij} \leq N_{нач}, \quad \text{для } j = 1, 2, \dots, m \quad (7)$$

где $N_{нач}$ - допустимое число переналадок.

Критерием качества решения является суммарная технологическая себестоимость обработки всех деталей, которую в приведенных обозначениях можно представить в виде требования минимизации выражения

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \delta_{ij} (T_{w_{ij}} N_i + T_{n_{3ij}}) C_j. \quad (8)$$

Более правильное решение получим, если в критерии качества решения учитываем дополнительно потери и доплаты ввиду

недоиспользования оборудования, в этом случае взамен (8) получим

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \delta_{ij} (T_{\omega ij} N_i + T_{n3ij}) \cdot C_j + \sum_{j=1}^m C_j' [\delta_j \Phi - \sum_{i=1}^n \delta_{ij} (T_{\omega ij} N_i + T_{n3ij})], \quad (9)$$

где C_j' — величина потери и доплаты из-за одной минуты неиспользования j -го типа оборудования.

Путем несложных преобразований можно задачу с целевой функцией (9) или (8) и ограничениями (I)...(7) представить в общем виде задачей целочисленного линейного программирования

$$\{ \min C'x \mid Ax \leq b, x \geq 0 \},$$

где x — вектор индикаторов возможных вариантов обработки и числа оборудования $x_1 = \delta_{11}$; $x_2 = \delta_{12}$, ... $x_{k-1} = \delta_{m-1}$; $x_k = \delta_m$, а векторы параметров C, A и b определяются упорядочением множителей в выражениях (I) — (9).

Задачу можно решить стандартными методами решения задач целочисленного линейного программирования, например, используя программу, приведенную в [2].

Л и т е р а т у р а

1. Соколицын С.А. Применение математических методов в экономике и организации машиностроительного производства. "Машиностроение", Л., 1970.

2. Вихалем К. Программа для решения задачи линейного целочисленного программирования. Сб. Программы для ЭЦВМ "Минск 22", вып. 7, ИК АН ЭССР, Таллин, 1969.

Technological Planning of Working Divisions

(Choice of Installation)

Summary

The article deals with the application of linear programming for distributing details or groups of technologically similar details between different installations or working divisions.

The aim is to find the variant of producing details with the lowest possible manufacturing cost.

One possible solution of this problem is given in the article.

С о д е р ж а н и е

1. Л.И. Зальцман, В.В. Степанов, А.А. Киммель, Р.А. Куттнер, Н.Н. Щеглов. Архитектура и вопросы внедрения системы машинного проектирования технологических процессов механической обработки. 3
2. Ю.В. Папстел, Т.А. Когер. Обеспечение информационного фонда технологической информационной системы. II
3. Р.А. Куттнер, Р.А. Месила. Формальное описание структур обобщенных компоновок средств технологического оснащения (СТО). 25
4. Ю.В. Папстел, Р.А. Месила. О разработке информационно-поискового языка приспособлений металлорежущих станков. 37
5. Р.А. Месила, М.Я. Пикнер. Обеспечение технологических информационных систем данными оборудования. 47
6. Р.А. Месила. Описание данных режущих и вспомогательных инструментов для технологических информационных систем. 55
7. Р.А. Куттнер. Методика построения правил технологических решений и анализа эффективности выбранной для построения правил системы признаков. 63
8. Р.А. Куттнер, Ю.Э. Рийвес. Технологическое планирование рабочих участков (выбор оборудования). 73

СБОРНИК СТАТЕЙ ПО МАШИНОСТРОЕНИЮ

XIII

Механизация и автоматизация технологической
подготовки машиностроительного производства

УДК 658.512:681.3:621.910.71

Архитектура и вопросы внедрения системы машинного проектирования технологических процессов механической обработки. Зальцман Л.И., Степанов В.В., Киммель А.А., Кюттнер Р.А., Шеглов Н.Н. "Труды Таллинского политехнического института", № 412, 1976, с. 3-10.

В статье изложен опыт разработки и эксплуатации автоматизированной системы технологического проектирования технологических процессов механической обработки турбинных лопаток.

Система построена по модульному принципу с независимым информационным базисом, позволяющим ее оперативное развитие.

Приводятся соображения по дальнейшему совершенствованию системы и способам ее внедрения на действующем предприятии.

Фигур - 2, библиографических названий - 2.

Обеспечение информационного фонда технологической информационной системы. Папстел Ю.В., Когер Т.А. "Труды Таллинского политехнического института", № 412, 1976, с. 11-23.

В статье рассматривается проблема обеспечения информационного фонда технологической информационной системы, которая является проблемно-ориентированной, характеризующейся множеством задач (система пользователя) и набором массивов данных (информационный фонд) для обеспечения системы пользователя. Систему требуется разработать оригинально для каждого предприятия, исходя из конкретной информационной модели.

В статье рассматривается форма функциональных связей технологических служб, регистрации изменений и контроля информации.

Фигур - 5, библиографических названий - 9.

Формальное описание структур обобщенных компоновок средств технологического оснащения (СТО). Кюттнер Р.А., Мескла Р.А. "Труды Таллинского политехнического института", № 412, 1976, с. 25-36.

В работе рассмотрены вопросы описания СТО для систем машинного проектирования технологических процессов механической обработки.

Описание любой СТО рассматривается состоящим из трех составных частей, определителя, описания служебного назначения и описания структуры.

Структура СТО рассматривается как граф-дерево. Приводится методика формального построения структур типовых

компоновок СТО на основе операций объединения и обобщения. Структура типовых компоновок СТО рассматривается в виде "ИЛИ/И" графа. Приведен пример языка описания структур типовых компоновок СТО для систем машинного проектирования технологических процессов.

Фигур - 5, библиографических названий - 6.

УДК 621.90.001.3+572.002.54

О разработке информационно-поискового языка приспособлений металлорежущих станков. Папстел Ю.В., Месица Р.А. "Труды Таллинского политехнического института", № 412, 1976, с. 37-46.

В статье рассматриваются вопросы создания информационно-поискового языка (ИПЯ) для приспособлений. Приспособления целесообразно рассматривать как иерархическую структуру и его свойства характеризуются на разных уровнях. Приведена информационная модель приспособления и его элементов, являющаяся основой при составлении алгоритмов решения задач. Приведены характеристика разработанной ИПЯ для приспособлений и примеры применяемых карт данных.

Фигур - 4, таблиц - 1, библиографических названий - 7.

УДК 621.90.001.3+572.002.54

Обеспечение технологических информационных систем данных оборудования. Месица Р.А., Пикнер М.Я. "Труды Таллинского политехнического института", № 412, 1976, с. 47-54.

В статье рассматривается вопрос составления информационного массива данных оборудования. Данные оборудования представляются в виде информационной модели. Разработаны специальные формы карт данных для описания оборудования и сформированы соответствующие массивы данных, при-

меняющиеся при машинном проектировании операционной технологии.

Фигур - 4, таблиц - I, библиографических названий - 3.

УДК 621.90.001+572.002.54

Описание данных режущих и вспомогательных инструментов для технологических информационных систем. Месила Р.А. "Труды Таллинского политехнического института", № 412, 1976, с. 55-62.

В статье рассматриваются вопросы составления информационных массивов данных режущих и вспомогательных инструментов. Данные режущих и вспомогательных инструментов представляются в виде информационной модели. Разработаны специальные формы карт данных для описания режущих и вспомогательных инструментов и сформированы соответствующие массивы данных, применяющиеся при машинном проектировании операционной технологии.

Фигур - 3, таблиц - I, библиографических названий - 2.

УДК 658.512:621.9.

Методика построения правил технологических решений и анализа эффективности выбранной для построения правил системы признаков. Кюттнер Р.А. "Труды Таллинского политехнического института", № 412, 1976, с. 63-71.

В работе рассмотрены вопросы построения технологических решающих правил, таких как поиска деталей прототипов, прототипа оснастки, выбора маршрута и др. на основе использования теории распознавания образов. Исходя из наличия возможных погрешностей в исходном материале рассмотрен вероят-

ностный код построения правил и приведена методика оценки качества полученных правил на основе т.н. "обучающей выборки".

Фигур -- I, таблиц -- I, библиографических названий -- 4.

УДК 621.9.002.5

Технологическое планирование рабочих устройств (выбор оборудования). Куттнер Р.А., Рийвес Ю.Э. "Труды Таллинского политехнического института", № 412, 1976, с. 73-78.

В работе рассмотрены вопросы оптимального распределения работы между различными участками или оборудованием.

Для решения поставленной задачи предложено применять методику целочисленного линейного программирования. Приведен набор основных ограничений и вид целевой функции.

Таблиц -- I, библиографических названий -- 2.

Ep.6.7

620

Tallinna Polüteh.
Instituut

Toimetised

N 412

1976

21.07.72 Põhikõne 1976

Цена 40 коп.