

М 484789

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО НАРОДНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ

МОСКОВСКОЕ ОРДЕНА ЛЕНИНА, ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ И
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ
УЧИЛИЩЕ ИМЕНИ Н.Э.БАУМАНА

На правах рукописи

СТЕЦЕНКО АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ

УДК 629.113.011.5

ОРГАНИЗАЦИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ АСУ ПРОЦЕССАМИ СОНТ
НА ПРИМЕРЕ КУЗОВНОГО ПРОИЗВОДСТВА АВТОЗАВОДА "КОММУНАР"

Специальность 08.00.28 - организация производства

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва - 1988

Работа выполнена в Московском ордена Ленина, ордена Октябрьской революции и ордена Трудового Красного Знамени высшем техническом училище имени Н.Э.Баумана и автозаводе "Коммунар"

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
ШКИРСКИЙ Л.Ф.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
ПОПОВ В.И.
кандидат технических наук
ДМИТРОВ В.И.

Ведущее предприятие : ЗИЛ

Защита диссертации состоится "13" февраля 1939 года
на заседании специализированного совета К 053.15.16 в Московском
ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового
Красного Знамени высшем техническом училище им.Н.Э.Баумана по
адресу: 107005, Москва Б-3, 2-я Бауманская улица, дом 5.

ся в библиотеке МВТУ имени

ный печатью, просим нап-

1939 года

Т.Г.САДОВСКАЯ

л.л. Тираж 100 экз.

Баумана, 107005, Москва,
дом 5.

М 484789

Актуальность темы

" Последовательно повышать организационную и технологическую гибкость производства. Внедрять автоматизированные системы в различные сферы хозяйственной деятельности, и в первую очередь в проектирование... Создавать комплексно-автоматизированные производства, которые можно быстро и экономично перестраивать."

Из Основных направлений экономического и социального развития СССР на 1986-1990 годы и на период до 2000 года.

Ускорение темпов научно-технического прогресса является решающим условием повышения эффективности общественного производства и улучшения качества продукции. Техническое перевооружение промышленности, направленное на интенсификацию производства, связано с разработкой и массовым применением высокоэффективных систем машин, оборудования и технологических процессов. Это определяет новые задачи и цели в области создания АСУ, основным направлением которых становится комплексная автоматизация процессов управления на всех этапах и во всех звеньях функционирования предприятий - от проектирования продукции до управления технологическими и организационно-экономическими процессами.

Задачи ускорения процесса СОИТ вызывают потребность в дальнейшей автоматизации как умственных, так и производственных процессов. Необходимой базой автоматизации является математическое моделирование - предпосылка перехода к автоматизированным системам управления процессами создания и освоения новой техники (АСУ СОИТ).

Быстрое развитие компьютерной технологии проектирования кроме повышения производительности конструкторского труда вызвало появление побочного продукта - большой геометрической базы данных. Поэтому стало очевидным использовать геометрическую базу данных в процессе производства, например, в обработке с ЧПУ, т.е. интегрировать проектирование и обработку в единую синергическую цепь. Здесь работа находится еще в стадии научных разработок и экспериментальных систем. Повышение уровня автоматизации конструкторско-технологического проектирования является важнейшей задачей на ближайшие годы.

Цель исследования состоит в разработке методологических и практических основ создания интегрированных автоматизированных

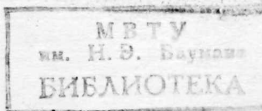
-1-

НТБ МГТУ им. Н.Э. Баумана



1484789

Стеценко А.Н. Организация и



систем управления процессами создания и освоения новой техники.

Исследования выполнены на примере кузовного производства автозавода "Коммунар".

Методы исследования базируются на системном анализе организационно-функциональной структуры интегрированной автоматизированной системы управления процессами СОНТ.

При решении конкретных задач использован математический аппарат вычислительной геометрии, линейного целочисленного программирования и прикладной теории информации.

Научная новизна исследования. Основные научные результаты заключены в следующих элементах исследования:

- проанализирована сущность организационного механизма функций и методов исследования проблемы СОНТ
- сформулирована и обоснована интегрированная форма организации АСУ СОНТ
- разработаны принципы организации интегрированной АСУ СОНТ, включающие:
 - алгоритмы геометрического моделирования изделий машиностроения по методу Безье;
 - диалоговую систему формирования управляющих программ для фрезерных станков с ЧПУ;
 - алгоритмы календарного планирования и диспетчирования.

Практическая ценность исследования заключается в том, что разработанная методика, алгоритмы и прикладное программное обеспечение внедрены на автозаводе "Коммунар" в составе САПР кузовов и могут служить основой при создании автоматизированных систем управления процессами СОНТ, что позволит сократить срок создания и освоения новой продукции и повысить ее качество. Результаты исследования могут быть внедрены на других предприятиях для проектирования и подготовки изготовления деталей машиностроения сложной формы.

Апробация работы. Основные научно-теоретические и методологические положения диссертационной работы докладывались на кафедре "АМ" МВТУ им. Н.Э.Баумана (г.Москва, 1986г.), на секции САПР научно-технической конференции (г.Горький, 1986г.) и на научно-техническом совете автозавода "Коммунар" (г.Запорожье, 1987).

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов, списка литературы и приложений. Основные

результаты исследования изложены на 130 страницах, 21 страницу занимают рисунки и таблицы, 78 страниц приложений. Список использованной литературы содержит 63 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается выбор темы исследования, ее актуальность и связь с народнохозяйственными задачами; формулируется цель работы и основные научные положения, защищаемые диссертантом.

В первой главе "Анализ и направления развития системы СОНТ" дана характеристика задач научной организации в подготовке производства. Показано, что в настоящее время осуществляется переход от так называемой оперативной организации, осуществляемой только в процессе производства, к организации его на стадии проектирования и подготовки. Перенос центра тяжести совершенствования организации производства на предпроизводственные этапы расширяет масштабы подготовки производства и обеспечивает ускорение темпов его обновления.

Разнообразное предметное и функциональное содержание подготовки производства, ее большой объем, сложность и усиление значения как фактора, определяющего качество и эффективность производства, требуют разработки специальной системы выполняемых на предпроизводственном этапе работ и объединения их в единое целое - функционирующую систему. Это возможно осуществить только путем перехода от эмпирико-интуитивной организации к более точной и обоснованной системной форме.

На обследуемом предприятии - автозаводе "Коммунар" - отсутствует комплексный подход к решению мероприятий по автоматизации конструкторско-технологического проектирования, оперативному управлению и регулированию хода подготовки производства по всем стадиям и этапам. Научно-исследовательские и конструкторские работы, технологическая подготовка, организационно-плановые и социально-экономические мероприятия выполняются в соответственно раздельных заводских организациях с присущими при этом разрывами между отдельными стадиями подготовки производства, что приводит к частым задержкам и большой длительности цикла СОНТ. Применение автоматизированных систем управления в таких условиях затруднено, следовательно, техническую подготовку необходимо автоматизировать в рамках единой системы.

Быстрое развитие компьютерной технологии проектирования кроме повышения производительности конструкторского труда вызвало появление побочного продукта – большой геометрической базы данных. Поэтому стало очевидным использовать геометрическую базу данных в процессе производства, например, в обработке с ЧПУ, т.е. интегрировать проектирование и обработку в единую синергическую цепь для быстрой передачи и обмена информацией, что позволит ускорить и облегчить процессы проектирования и производства.

Несмотря на принципиальную простоту интегрированной системы, ее практическое применение требует решения ряда проблем:

1. Взаимодействие конструктора и системы. Необходим интерактивный режим не требующий от конструктора серьезной дополнительной подготовки, не вызывающий психологического дискомфорта по временным и процедурным параметрам диалога.

2. Совместимость подсистем автоматизации процессов СОНТ.

В соответствии с положениями теории иерархических систем систему СОНТ можно представить семейством моделей, каждая из которых описывает поведение и структуру системы с точки зрения различных уровней (страт) абстрагирования: информационного, алгоритмического, компьютерного, технологического (рис.1).

На уровне технологической страты рассматривается совокупность действий – процесс СОНТ. В результате моделирования структура производственных подразделений строится как цепочка взаимосвязанных звеньев, обеспечивающих преобразование инженерных идей в техническую документацию, содержание которой материализуется в конкретных изделиях.

Компьютерную страту образуют ЭВМ с технологическими периферийными устройствами, которые имеют числовое управление в виде интерфейса между механизмами и компьютерами (обрабатывающие станки, чертежные автоматы, испытательные стенды и т.д.)

На алгоритмической страте обеспечивается целенаправленное протекание технологических и информационных процессов в системе с помощью производственной операционной системы (ПОС). ПОС – семиотическая система, которая включает алгоритмическую базу, бумажные документы по организации, модели планирования и регулирования, трансляторы, программы диалога, автоматизацию проектирования.

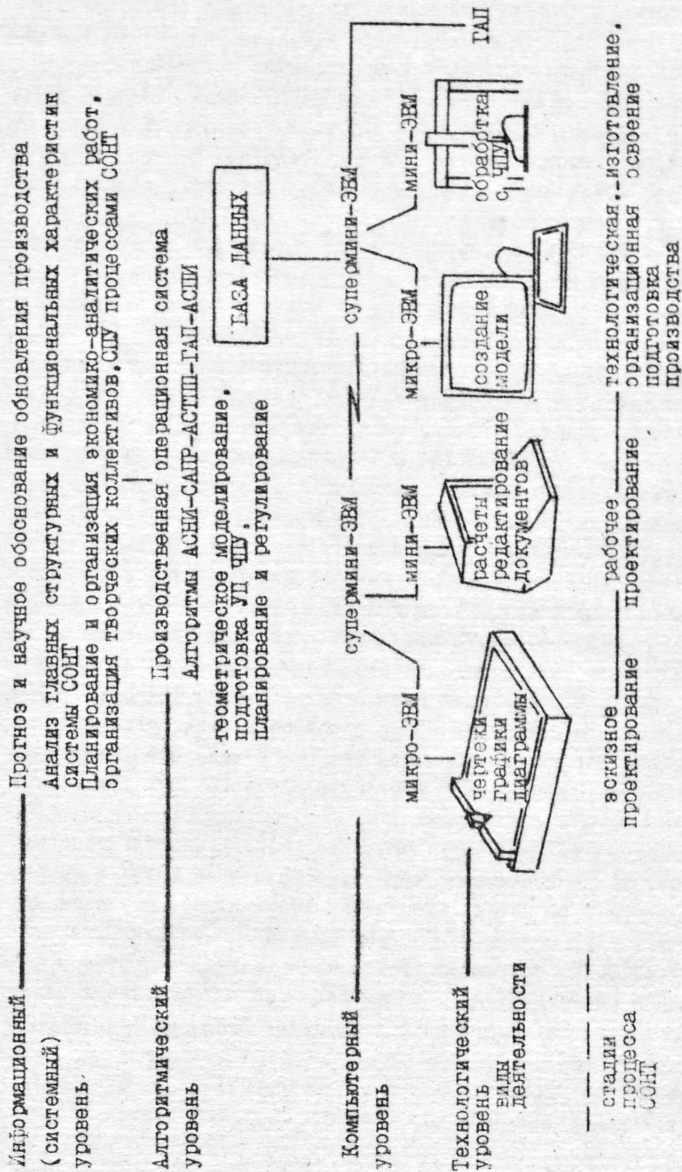


Рис. 1. Интегрированная АСУ процессами СОПТ.

На информационной страте анализируют главные структурные и функциональные характеристики системы, главные проектные требования и ограничения, связанные с конкретными условиями.

Интегрированная АСУ СОНТ — это гибкий комплекс технологического оборудования, компьютеров и программ, построенный в соответствии с иерархической структурой с разделением функций и развитыми интерфейсами между ними, предназначенный для выполнения подготовки производства.

В рамках анализа рассматриваемой иерархии АСУ системы СОНТ особое значение имеет определение фундаментальных причин и особенностей формирования такой структуры. Эта проблема сводится к вопросу создания автоматизированного комплекса СОНТ.

Во второй главе "Теоретические основы создания интегрированных систем технической подготовки производства" решаются следующие основные задачи: проводится анализ организационных предпосылок обновления производства и организационных методов решения задачи снижения длительности цикла СОНТ; осуществляется разработка методологии использования структурно-функционального подхода для организации процесса проектирования и изготовления изделий машиностроения и разработка методики создания интегрированной АСУ процессами СОНТ, включающей алгоритмы геометрического моделирования, оперативного планирования и диспетчирования.

Очевидно, что даже с методической точки зрения неправильно начинать процесс реализации новшества только на этапе завершения разработки и внедрения его в серийное производство, т.к. это существенно сдерживает темпы обновления производства. Системный подход требует слияния всех элементов процесса СОНТ в единое целое.

Организационные методы, которые влияют на продолжительность цикла СОНТ за счет снижения трудоемкости этапов цикла и изменения характера и сроков их выполнения ведут к двоякому экономическому эффекту: сокращению затрат на выполнение стадий и этапов системы СОНТ; получению экономического выигрыша от сокращения цикла. Одним из этих методов является автоматизация конструкторского и технологического проектирования изделий, процессов, оснастки.

Процесс проектирования можно анализировать не с точки зрения последовательности действий, а рассматривая виды деятельности:

-создание: разработка новых изделий. Следовательно, необходимо иметь возможность описывать новые объекты и запоминать их для повторного использования;

-изменения;

-редактирование документов;

-расчеты и операции моделирования;

-работа с архивами;

-осмысление: стадия, во время которой разработчик стремится сформулировать задачу или сравнивает варианты.

Учитывая, что одни и те же виды деятельности выполняются на разных этапах проектирования, с точки зрения эргономики основное внимание для применения САПР должно быть обращено на вид деятельности. На первой стадии интеграции внедрения САПР можно осуществлять постепенно по видам деятельности. Интегрированная САПР должна предусматривать открытую структуру, объединяющую автоматизацию всех видов деятельности на основе общего геометрического моделирования и базы данных.

Геометрическое моделирование – представление изделий с точки зрения их геометрических свойств – занимает важное место в автоматизации проектирования. Это связано с тем, что геометрическая модель используется для многих целей как при разработке, так и при изготовлении изделия.

Построение САПР – это прежде всего процесс создания новой методологии и технологии в проектном деле. Методологической основой создания современных САПР является системный подход к проектированию, который предполагает формирование совокупности системных моделей объектов проектирования, методов и процессов проектирования.

Для конструирования объектов сложной формы нужна интерактивная система, позволяющая выполнять геометрическое моделирование на базе исходных данных, полученных после сканирования моделей, оцифровывания чертежа или из мыслей дизайнера. Используя параметрическое полиномиальное представление для кривых и поверхностей Безье можно изменять их характер с помощью параметров, смысл которых доступен пользователю, не имеющему специальной математической подготовки. Кривые представлены уравнением:

$$\chi^i = \sum_{\alpha=1}^N c_{i\alpha} u_{\alpha}^{d-1}; \quad (1)$$

где:

$i=1,2$ для 2D кривых;

$i=1,3$ для 3D кривых;

X^i - позиции в пространстве

$\alpha=1, N \quad 1 \leq N \leq 21;$

$C^{i\alpha}$ - элементы матрицы;

$N-1$ - степень полинома;

$u \in [0,1]$ - параметр кривой.

Каждая кривая имеет ассоциированный с ней полигон Безье:

$$\sum_{\alpha=1}^N C^{i\alpha} \cdot u^{\alpha-1} = \sum_{\alpha=1}^N P^{i\alpha} \cdot B_{\alpha,N}(u) \quad (2)$$

где:

$P^{i\alpha}$ - координаты точек полигона,

N - число точек полигона,

$B_{\alpha,N}(u)$ - полином Бернштейна

$$B_{\alpha,N}(u) = C_{N-1}^{\alpha-1} \cdot u^{\alpha-1} \cdot (1-u)^{N-\alpha};$$

В процессе интерактивного конструирования полигон служит не для аппроксимации кривой, а является средством управления формой соответствующей кривой, в этом состоит суть открытия Безье. Для построения и модификации поверхностей используется полигон (многогранник) Безье:

$$\sum_{\alpha=1}^{N_u} \sum_{\beta=1}^{N_v} S_{\alpha\beta}^i \cdot u^{\alpha-1} \cdot v^{\beta-1} = \sum_{\alpha=1}^{N_u} \sum_{\beta=1}^{N_v} P_{\alpha\beta}^i \cdot B_{\alpha,N_u}(u) \cdot B_{\beta,N_v}(v); \quad (3)$$

где: $u, v \in [0,1]$ - параметры,

$S_{\alpha\beta}^i$ - коэффициенты матрицы,

$P_{\alpha\beta}^i$ - координаты точек полигона.

Одним из мероприятий, решающих задачу комплексной автоматизации подготовки производства, является применение оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ). Значительное повышение эффективности обработки сложных деталей на оборудовании с ЧПУ может быть достигнуто только при получении геометрической модели в рамках САПР. Непроработанность данного во-

проса в большинстве существующих систем подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ (САП) является (наряду с отсутствием интегрированных систем САПР-САП) основной причиной того, что достаточно сложные детали не могут быть эффективно обработаны на трехкоординатных фрезерных станках с ЧПУ.

Наиболее полная реализация преимуществ фрезерных станков с ЧПУ возможна только при создании диалоговой САПР технологического процесса фрезерной обработки деталей. Только в рамках такой системы технолог сможет оперативно оценить и скорректировать свои решения по выбору технологической схемы обработки.

Целью организационной подготовки производства является анализ и разработка комплексного организационного проекта производства, оптимизация производственных партий, ритмов, тактов и производственного цикла.

Функция этого комплексного проекта заключается в том, чтобы объединить все части подготовки, обогатить их данными организационного анализа и в результате создать интегрированную систему подготовки производства на предприятии. Одним из разделов организационного проекта является система оперативного и диспетчерского управления производством.

В диссертационной работе задача автоматизации оперативного планирования и диспетчирования рассматривается на примере оперативного планирования заготовительного участка по распуску рулонов металла на полосы, и диспетчирования в прессовом цехе.

Постановка задачи планирования.

Рулоны металла шириной 1250мм поступают в заготовительный цех, где распускаются на дисковых ножницах на полосы. Распуск рулонов производится в два этапа:

1. Рулон распускается на полосы, шириной более 115мм, и на полосы (деловой отход) шириной $120 + 300$ мм. Если деловой отход один, необходима кромка (бросовый отход) шириной 25мм.

2. Деловой отход, полученный на предыдущем этапе, распускается на полосы, ширина которых до 110мм. При этом с обеих сторон остается кромка (бросовый отход) шириной 5мм.

Выполнение плана выпуска металлической полосы при минимальном отходе является задачей оптимального раскроя рулонов металла. Для решения автором предложено разделение задачи на две, меньшие по размерности:

1) составить месячный план раскроя рулонов металла на полосы шириной более 115мм и деловой отход;

2) ежедневно по запросу выполнять раскрой деловых отходов.

Модель первой задачи.

Функция цели: $Z \rightarrow \max$, при условиях: (4)

$$\sum_{j=1}^H d_j X_{ij} + \lambda_i = D; \quad j \in [1, H]; \quad \sum_{i=1}^R p_i X_{ij} - \frac{A_j D}{d_j} \cdot Z \geq 0; \quad i \in [1, R];$$

$$\sum_{i=1}^R p_i \lambda_i - S D Z \geq 0; \quad \lambda_i \geq L; \quad X_{ij} \geq 0 \quad \text{и целые.}$$

Здесь: Z - коэффициент выполнения плана раскроя; H - количество типоразмеров полос шириной более 115мм; R - предварительно определенное количество рулонов металла, необходимое для раскроя, с учетом существующего коэффициента использования металла; d_j - ширина j -ой полосы; X_{ij} - количество полос шириной d_j в раскрое i -го рулона; D - ширина рулонов (1250); p_i - вес i -го рулона; A_j - требуемое количество металла по j -ой полосе; λ_i - общая ширина делового отхода в раскрое i -го рулона, которая делится на минимальное количество деловых отходов; S - общее требуемое количество металла для полос шириной до 110мм; L - ограничение общей ширины делового отхода, достаточное для получения, по крайней мере, двух деловых отходов. Такое ограничение вызвано стремлением избежать кромки бросового отхода (25мм) при раскрое с одним деловым отходом.

Модель второй задачи.

Функция цели: $(X_1 + X_2) \rightarrow \max$, при условиях: (5)

$$\sum_{i=1}^U d_i X_i + \lambda = D; \quad \frac{P}{D} d_i X_i \leq k \cdot A_i; \quad i \in [1, U];$$

$$X_1 \geq 1; \quad X_2 \geq 1; \quad \lambda \geq 0; \quad X_i \geq 0 \quad \text{и целые.}$$

Здесь: d_i - ширина полос шириной до 110мм; U - количество этих полос; d_1, d_2 - ширина полос, обязательных в раскрое; X_1, X_2 - количество полос шириной d_1, d_2 ; X_i - количество полос шириной d_i в раскрое делового отхода; P - вес делового отхода;

D - ширина делового отхода за вычетом ширины двух кромок бросового отхода; λ - допустимое отклонение ширины кромок; - требуемое количество металла по i -ой полосе, корректируемое

после каждого раскрыя; k — коэффициент допустимого положительного отклонения плана. На первом этапе требуемое количество металла по j -ой полосе определяется из календарного графика работ в прессовом цехе, т.е. портфеля заказов, и оптимального уровня запаса готовой полосы с тем, чтобы обеспечить адекватное обеспечение прессового цеха. На этапе 2, кроме того, необходимо учитывать квалификацию рабочего, т.к. высококвалифицированные из них могут исключить бросовый отход при распуске рулона.

Для решения описанной задачи составлена **FORTRAN**-программа, использующая алгоритмы ветвей и границ, основанный на методе Лэнд и Дойг для смешанных задач нелинейного линейного программирования.

При решении задач расписания используется информация о фактическом состоянии производства на момент планирования, а затем эта информация постоянно корректируется. Следовательно, встает вопрос об организации решения задачи в реальном масштабе времени. При этом следует разграничить вопросы технического и организационного плана:

1. Как идентифицировать детали, изготавливаемые в данный момент на оборудовании?

2. Как автоматически отличить ходстой ход станка от рабочего?

3. Как учесть причину простоя оборудования в реальном времени?

Данная задача разработана автором и внедрена в прессовом цехе автозавода "Коммунар" на базе мини-ЭВМ. Техническое обеспечение состоит из мини-ЭВМ, датчиков счета продукции, установленных на каждой единице оборудования и линий связи, соединяющих датчики с мини-ЭВМ.

После составления планового задания работниками ЦДБ в начале смены учетный файл корректируется в диалоговом режиме по следующим параметрам соответствия: номер рабочего места, шифр детали, плановое задание. В учетном файле данных накапливается выпуск деталей и текущее отклонение от плана, что можно в любой момент времени по запросу вывести на экран дисплея. В случае простоя оборудования в файле накапливается текущий и общий простой. В разработанной системе текущий простой (т.е. простой с момента последнего рабочего хода), превышающий принятую величину (20-30 мин) выводится в реальном времени на печатный документ с указанием номера пресса, величины простоя и времени

его окончания. Диспетчер после определения причины простоя информирует соответствующую ремонтную службу и фиксирует причину простоя на печатном документе. Последние данные необходимы для анализа, а в оперативном плане гораздо важнее "видеть" фактический выпуск изделий или факт простоя оборудования для немедленного принятия решений, что и определяется в данной системе на экране дисплея по запросу. Фактическое состояние производства передается на верхний уровень АСУП для учета и расчета плановых заданий.

Третья глава "Методические положения и разработка программного обеспечения АСУ процессами СОНТ" содержит методику организации системы программного обеспечения и формирование алгоритмической базы конструирования и изготовления изделий машиностроения.

Выбор структуры графического программного обеспечения оказывает существенное влияние на обеспечиваемые в дальнейшем возможности. Поэтому целесообразно применить модульную структуру:

- модули геометрического моделирования;
- модули подготовки к визуализации;
- базовое графическое программное обеспечение.

Такой тип программного обеспечения имеет следующие важные достоинства:

- а) независимость от аппаратуры. Прикладная программа не требует изменений при переходе на другое оборудование.
- б) независимость от средств диалога.

Программное обеспечение строится как командно-управляемая система, которая может быть использована в интерактивном и пакетном режиме. Выбор функций-команд осуществляется с помощью меню, имеющего форму дерева (меню-подменю и т.д.) до полной необходимой идентификации команды. Из элементарных команд-функций составляются процедуры геометрического моделирования. Расширение возможностей системы сводится к написанию новых модулей, которые добавляются к алгоритмической базе. В данной главе описаны алгоритмы формообразования кривых и поверхностей по методу Безье и алгоритмы построения траектории обрабатываемого инструмента оборудования с ЧПУ. Двухэтапное (процессор-постпроцессор) построение работы системы автоматизации программирования (САП) управляющих программ для станков с ЧПУ

имеет то преимущество, что при необходимости обработки на другом оборудовании разрабатывается и подключается к САП только новый постпроцессор.

Разработан обобщенный (универсальный) постпроцессор, который ориентирован на обслуживание станков с ЧПУ для трехкоординатной обработки. Различными для разных станков в постпроцессоре являются блоки, связанные с формированием команд управления скоростью шпинделя, сменой инструмента, охлаждением, зажимом-разжимом направляющих, т.е. всех тех функций, задание и реализация которых специфичны для каждого станка. Построение универсального постпроцессора выполняется поэтому с конструкцией *GOTO*, оставляя места для конкретных команд различных станков. В приложении к диссертации дана *FORTRAN*-программа постпроцессора.

В четвертой главе "Апробация и практическое использование научных и практических разработок по созданию интегрированной АСУ процессами СОНТ на автозаводе "Коммунар" дана характеристика объекта внедрения и рассмотрена организация внедрения САПР кузовов. Автозавод "Коммунар" представляет собой предприятие массового производства автомобилей; длительность подготовки производства здесь в несколько раз больше, чем в мелкосерийном. Наиболее дорогим видом технологической оснастки являются шт. лы для изготовления деталей кузова. Разные стадии процесса СОНТ выполняют разные подразделения завода, поэтому имеются разрывы между отдельными стадиями и, как следствие, невозможность внедрения АСУ всем процессом подготовки производства. В управлении главного конструктора внедрена автоматизированная система проектирования кузова автомобиля и изготовления макетов и моделей оснастки. Проектирование кузова - очень сложная и трудоемкая задача, продуктом ее решения является проект кузова, а побочным продуктом - геометрическая модель кузова, которую оказывается возможным использовать для автоматизации подготовки управляющих программ для обработки на станках с ЧПУ. Таким образом, цикл изготовления оснастки можно резко сократить. Такая задача предложена и решена автором. САПР кузовов (рис. 2) состоит из мерительно-фрезерного, графического и чертежного центров, связанных через главную супермини-ЭВМ. Проектирование выполняется в следующей последовательности: Пластилиновая модель кузова сканируется на мерительной маши-

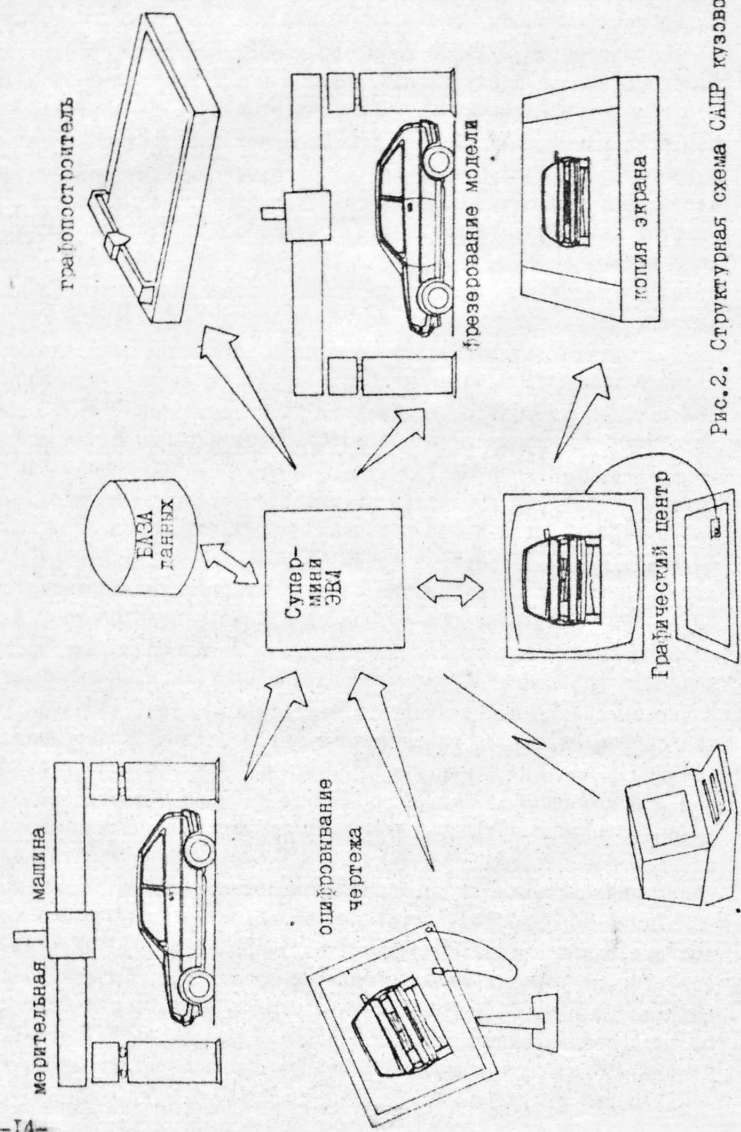


Рис.2. Структурная схема САПР кузовов

не и значения координат замеренных кривых запоминаются в мини-ЭВМ. Далее на введенных координатах выполняется формообразование путем математического моделирования кривых и поверхностей. В диалоге конструктор - ЭВМ. Затем система выпускает плазовые чертежи, чертежи сечений и обводов, позволяет корректировать их вручную и коррективы снова вводить в ЭВМ путем оцифровывания. После фазы проектирования начинается фаза обработки. Цель этой фазы - определить путь инструмента для обработки поверхности модели. Полученный файл с помощью АРТ-компилятора преобразовывается в программу фрезерования. Предварительно можно вычертить путь инструмента на графопостроителе. Повторяя фазы проектирования и изготовления с необходимых мест входа (полная замена или корректировка) получают конечную модель в математическом и физическом представлении; посредством соответствующего постпроцессора можно для фазы обработки использовать внешние станки с ЧПУ.

Внедрение САПР затрагивает лишь автоматизацию проектирования кузова, отсутствует тесная связь со службами для изготовления оснастки по изделиям, спроектированным с помощью САПР. Поэтому необходимо создание научно-технического центра с полным циклом СОНТ на основе автоматизации инженерного труда - интегрированной АСУ процессами СОНТ.

Приведенные в работе расчеты оценки внедрения САПР кузовов показали, что условный годовой эффект составляет 554 т.р. Затраты, связанные с внедрением окупаются за 3 года.

В целом по работе можно сделать следующие выводы :

1. Для сокращения длительности цикла СОНТ, которое может обеспечить интегрированная АСУ процессами СОНТ, необходимо организационное решение по созданию научно-технического центра с достаточной лабораторной и экспериментальной базой и гибкой организацией творческих коллективов.

2. Интегрированная АСУ процессами СОНТ - это гибкий комплекс технологического оборудования, компьютеров и программ, построенный в соответствии с иерархической структурой с разделением функций и развитыми интерфейсами между ними, предназначенный для осуществления подготовки обновления производства.

3. Для конструирования объектов сложной трехмерной формы необходима интерактивная система геометрического моделирования.

4. Для обеспечения независимости от аппаратуры и средств диалоговой структура графического программного обеспечения должна содержать модули геометрического моделирования, модули подготовки к визуализации, базовое графическое программное обеспечение.

5. Реально повышение эффективности обработки литежных поверхностей деталей на станках с ЧПУ может быть достигнуто только при получении геометрической модели в рамках САПР.

6. Расчетный экономический эффект от внедрения САПР кузовов на автозаводе "Коммунар" - 554 тыс. руб., срок окупаемости - 3 года. Срок проектирования новых моделей сокращается в два раза, повышается качество изделий. САПР может быть применена для проектирования и подготовки моделей трехмерной сложной формы на других машиностроительных предприятиях.

В приложении приводится разработанное прикладное программное обеспечение и акт внедрения.

Основное содержание диссертации изложено в следующих печатных работах:

1. Стеценко А.Н. Автоматизация проектирования кузова автомобиля // Инф. лист. / Мехотраслевой тер. ЦНТИ (Запорожье). - 1986. - №132, вып. 5. - 4с.

2. Стеценко А.Н. Внутрицеховое планирование и регулирование хода производства // Инф. лист. / Мехотраслевой тер. ЦНТИ (Запорожье). - 1982. - №10, вып. 1. - 4с.

3. Стеценко А.Н. Задача оптимального раскроя металла в условиях заготовительного цеха машиностроительного предприятия // Известия ВУЗов. Машиностроение. - 1980. - №6. - С. 145-147.

4. Стеценко А.Н. Внутрицеховой контроль и регулирование хода производства на базе мини-ЭВМ // Организация автомобильного производства / Сибирский филиал Н.И. Автопрома (Тольятти). - 1982. - №5. - С. 11-13.

5. Даниленко Ю.И., Сергеев В.И., Стеценко А.Н., Шклярский Л.Ф. Система автоматизированного проектирования в условиях машиностроительного производства. Известия АН УССР (серия технических наук), 1988 г., №2, с. 12-16.