

М 87105

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ, ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.

Московский ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени государственный
технический университет имени Н.Э. Баумана.

На правах рукописи

БОЯКОВ ОЛЕГ АНАТОЛЬЕВИЧ

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ИНТЕГРАЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗАДАЧ
СИСТЕМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ ГРУППОВОЙ
ОБРАБОТКИ В УСЛОВИЯХ ГПС.

Специальность 08.00.28
организация производства
(промышленность)

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

Москва 1 9 9 3 г.

Работа выполнена в Московском Авиационном Технологическом Институте имени К.Э.Циолковского на кафедре "Организация и планирование предприятий".

Научный руководитель: кандидат технических наук,
доцент Тянцев Виктор Львович.

Официальные оппоненты:

д.э.н., проф. Парамонов Ф.И.

д.т.н., проф. Колобов А.А.

Ведущая организация:

ММЗ "АВАНГАРД".

Защита состоится "18" с 2 1993 г. в 10 час.
на заседании специализированного совета К053.15.16 в Московском
Государственном техническом университете им. Н.Э. Баумана по
адресу: 107005, г. Москва, 2-я Бауманская ул. дом 5.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Московского
Государственного технического университета им. Н.Э. Баумана.

Ваш отзыв на рефер
просим направить по :

Автореферат разос

Ученый секретарь
специализированного
Д.Ф.Н.

Подп. к печ. 14.01.

Типография МГТУ им.

М 87105

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ. Конкурентноспособность предприятия в условиях рыночных отношений во-многом определяется тем, насколько быстро внедряются в производство последние достижения НТР. Это особенно важно для предприятий авиационной промышленности, где темпы обновления продукции особенно высоки.

В связи с этим, большое значение приобретает гибкость производства, то-есть его способность к быстрому и эффективному переходу на выпуск новой продукции.

Одним из путей совершенствования гибкости производства, является внедрение гибких производственных систем (ГПС). Наличие в их составе высокопроизводительного оборудования с ЧПУ, роботов и транспортных систем, определяет рациональность их использования в условиях серийного и мелкосерийного производства, наиболее характерного для предприятий авиационной промышленности.

Эффективность ГПС существенно повышается при условии применения на них рациональных форм организации производства и управления. Например, в условиях серийного и мелкосерийного производства, такой формой является групповая обработка деталей.

Анализ проведенный на предприятиях авиационной промышленности показывает на недостаточную загрузку оборудования ГПС групповой обработки. Она составляет лишь 0,4-0,6 а коэффициент сменности 1,5-1,7.

Это во многом является следствием того, что в условиях динамичного производства трудно достичь высокой степени унификации элементов производственного процесса и соответственно использования групповой обработки.

Таким образом, обеспечение условий для экономически эффективной эксплуатации ГПС групповой обработки, является одной из главных проблем при их внедрении в авиастроении. С расширением масштабов использования ГПС, проблема обеспечения высокой их эффективности выдвигается в число наиболее актуальных, поскольку значительная часть ГПС не обеспечивает достаточной гибкости и является убыточной.

Одним из перспективных путей решения указанной проблемы является комплексная автоматизации функций организационно-технологического проектирования групповой обработки. Применительно к ГПС, такая автоматизация базируется на разработке теоретических основ построения ИАСУ ГПС групповой обработки, в которой реализованы функциональные связи между задачами. Проблема создания таких основ только поставлена и далека от своего решения. Оте-

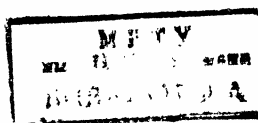
1.

НИОПИИ им. Н.Э.Баумана



1087105

Бойков О.А. Разработка ме



чественная и зарубежная литература не содержит концепций построения ИАСУ ГПС групповой обработки, где реализована функциональная интеграция задач.

Этим и определяется актуальность предлагаемой работы.

ОСНОВНОЙ ЦЕЛЬЮ настоящего исследования является разработка теоретических вопросов и методических решений по организационно-технологическому проектированию групповой обработки в условиях интеграции функциональных задач САПР/САПРт/АСУ ГПС.

Для реализации указанной цели в диссертации:

- дано обоснование необходимости применения на ГПС прогрессивной формы организации процесса производства, какой является групповая обработка деталей;
- обобщены и уточнены содержание и последовательность работ по организации групповой обработки;
- проведено исследование функций служб технической и организационной подготовки производства и определены функциональные задачи интеграции;
- разработан метод унификации формы и технологических характеристик деталей групп, основанный на принципах аналогового конструирования;
- разработан метод представления геометрической модели комплексной детали (КД) группы в САПР групповой обработки;
- дана классификация элементарных поверхностей как основа метода обработки на технологичность в САПР;
- разработан метод представления взаимосвязей между элементами КД и решена проблема поиска аналогов;
- разработаны принципы и критерии формирования сводных технологических маршрутов (СТМ) деталей группы и групп деталей, основанные на минимизации совокупного цикла обработки;
- разработан метод унификации технологических процессов, основанный на заимствовании технологических решений из СТМ в САПРт групповой обработки;
- разработана методика организации групповой обработки, основанная на организационной и информационной интеграции функциональных задач САПР/САПРт/АСУ ГПС;
- разработано алгоритмическое обеспечение функциональной интеграции систем САПР/САПРт/АСУ ГПС;

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ. В качестве объекта исследования в диссертационной работе выбран ГПС механической обработки, функционирующий в условиях серийного и мелкосерийного производства.

ПРЕДМЕТОМ ИССЛЕДОВАНИЯ в диссертации является комплекс работ по организации ГПС групповой обработки, включающий в себя:

- классификацию и группирование деталей;
- унификацию конструкций деталей группы;
- разработку индивидуальных и групповых технологических процессов;
- унификацию технологических процессов обработки;
- закрепление групповых технологических операций за рабочими позициями (РП) ГПС;
- определение количества РП ГПС и их загрузки;

ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И МЕТОДИЧЕСКОЙ ОСНОВОЙ диссертации послужили труды по организации групповой обработки, методам проектирования конструкций и технологических процессов в машиностроении, работы, посвященные моделированию производственных процессов, а также методы вычислительной математики, аналитической геометрии и теории графов, методы эвристического анализа больших систем.

В процессе исследования обобщен отечественный и зарубежный опыт по организации групповой обработки.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА. Создана методика организации групповой обработки, основанная на интеграции функциональных задач САПР/САПРt /АСУ ГПС. В рамках предлагаемой методики даны предложения по автоматизации всего комплекса задач организационно-технологического проектирования групповой обработки и предложен конкретный вариант ее реализации в виде интегрирующего блока задач ИАСУ ГПС.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ Использование предлагаемой в работе методики, позволяет учесть особенности организации групповой обработки уже в процессе детализовочного конструирования. Автоматизация задач организационно-технологического проектирования ГПС групповой обработки на основе их функциональной интеграции позволяет сократить сроки подготовки группового производства, оптимизировать все параметры групповой обработки. Это особенно важно в условиях высокой динамичности производственных процессов.

РЕАЛИЗАЦИЯ И АПРОБАЦИЯ РАБОТЫ. Материалы диссертационной работы излагались на конференции в НИИТ в сентябре 1988г., а также в Севастополе в мае 1989г. Методика, изложенная в диссертации передана на МАПО им. П.В.Дементьева и принята к внедрению в ИАСУ ГАЦ механообработки.

ПУБЛИКАЦИИ. Различные аспекты излагаемой в работе проблемы опубликованы в четырех работах, список которых приведен в конце автореферата.

ОБЪЕМ РАБОТЫ. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и приложений. Изложена на 128 страницах машинописного текста, содержит 13 таблиц, 16 рисунков, в списке литературы приведено 181 название.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.

ВО ВВЕДЕНИИ обоснована актуальность работы, ее научная новизна, цель исследования, сформулированы основные научные положения, которые выносятся на защиту.

В ПЕРВОЙ ГЛАВЕ дан анализ организации процесса создания новых изделий, в частности, исходя из целей работы — динамики конструктивных изменений как следствие НТП в авиастроении.

Рассмотрен перспективный подход к совершенствованию производства на базе ГПС в этих условиях.

Исследования специфики организации групповой обработки на ГПС в механообрабатывающих цехах авиационных предприятий показывают на необходимость автоматизации функций организационно-технологического проектирования групповой обработки на ГПС. Анализируются проблемы такой автоматизации и определяется ее стратегия. В заключение формируются цели и задачи исследования.

Необходимость постоянного совершенствования летательных аппаратов, использование в их конструкциях последних достижений НТР приводит к тому, что на серийных предприятиях имеет место:

- постоянное снижение серийности выпускаемых изделий;
- возрастают общие объемы производства авиационной техники, увеличение числа модификаций самолетов;
- перенесение части исследовательских работ в серийное производство;

Следствием этого является большое число конструктивных изменений и увеличение динамичности процессов производства. На МАПО имени П.В. Дементьева проведены исследования динамики конструктивных изменений двух современных самолетов. Ежедневно вносимые изменения в конструкцию ЛА требуют гибкости — способности производства к быстрому и эффективному переходу на выпуск новой продукции.

Одним из направлений повышения гибкости производства, является создание и внедрение гибких производственных систем. Наличие в составе ГПС высокопроизводительного оборудования с ЧПУ, роботов, транспортно-складских систем, а также автоматизированных систем управления, создаст предпосылки для рациональной организации на

них процессов производства, его ускорения и эффективности. Быстрая программная переналадка на выпуск новых деталей, способствует сокращению подготовительно-заключительного времени, унификации режущего, мерительного и вспомогательного инструмента, оснастки.

Наличие автоматизированного транспорта позволяет выводить ручные вспомогательные операции и операции контроля за пределы ГПС и выполнять их параллельно с основными технологическими операциями.

Важным условием эффективности ГПС, особенно в серийном и мелкосерийном производстве, является организация на них прогрессивных форм организации производства, как групповая обработка деталей.

Она представляет собой особую производственно-организационную концепцию совершенствования производства, основанную на унификации деталей и сборочных единиц, а также на унификации технологических процессов. Ее внедрение на ГПС требует особой тщательности при проведении всего комплекса работ. Так например, при унификации формы деталей, необходимо предусматривать поверхности, удобные для их захвата промышленными роботами. Также, форма деталей должна быть удобной для их транспортирования и ориентации в пространстве при помощи систем технического зрения. Конструкция деталей должна предусматривать возможность ее обработки с наименьшим количеством установов, что важно в условиях эксплуатации станков с ЧПУ. При формировании состава инструментальных наладок необходимо учитывать не только номенклатуру режущего инструмента но и способ его размещения в инструментальном магазине станка. Необходимо упорядочивать последовательность технологических операций в соответствии с установленной маршрутизацией автоматизированного транспорта на ГПС.

Однако, исследование показывает, что при функционировании ГПС в условиях динамичного производства, традиционные методы организации групповой обработки не позволяют адекватно учитывать сложные, постоянно меняющиеся условия производства.

Во-первых, высокая трудоемкость работ по подготовке групповой обработки, является причиной неоптимального с организационной точки зрения проектирования технологических процессов и неоптимального закрепления групповых операций за рабочими позициями ГПС.

Во-вторых, наличие жестких временных ограничений на сроки под-

готовки производства приводит к ухудшению качества инженерных решений. Такие ограничения являются следствием сокращения длительности производственных циклов на ГПС, высокой динамичности производства.

В-третьих, в настоящее время не разработаны методы комплексной автоматизации функций организационно-технологического проектирования групповой технологии. В результате, специфические для этой формы производства задачи, такие как унификация деталей и технологических процессов не формализованы и их решение представляет собой довольно длительный процесс.

В-четвертых, отсутствие функциональных и информационных связей между автоматизированными системами, эксплуатирующимися на ГПС. Несовершенство и некомплексность этих систем приводит к высокой трудоемкости формирования информационной базы, низкой достоверности используемой информации.

В результате, групповая обработка распадается, теряется высокая степень унификации элементов производственного процесса, эксплуатируемые автоматизированные системы становятся бесполезными. Как следствие, это приводит к снижению эффективности ГПС.

Эффективная работа ГПС становится возможной при условии комплексной автоматизации функций организационно-технологического проектирования групповой обработки. Возможно два подхода к решению этой проблемы.

Первый из них предполагает автоматизацию функций организации групповой обработки в рамках технологической подготовки производства. В этом случае, как показывает анализ, необходима реализация сложных эвристических алгоритмов распознавания образов и генерации форм деталей.

Второй подход базируется на методах интеграции – объединении САПР/САПРт/АСУ ГПС. Его преимущества объясняются возможностью повышения гибкости производства не только за счет взаимопроникновения функций конструкторской, технологической и организационной подготовки производства но и за счет их организационной и информационной интеграции. Анализ показывает, что функциональная интеграция САПР/САПРт/АСУ ГПС для групповой обработки не реализована в промышленности. Проблемы разработки методических основ такой интеграции только поставлены в литературе и далеки от окончательного решения.

Таким образом, целью диссертационной работы, является разработка методов автоматизации функций организации групповой обра-

6.

ботки на ГПС путем интеграции функциональных задач САПРк/САПРт/АСУ ГПС.

Во второй главе показаны методы автоматизации функций организационно-технологического проектирования групповой обработки на основе интеграции функциональных задач САПРк/САПРт/АСУ ГПС.

Для определения функциональных задач интеграции в диссертационной работе использовался метод анализа и синтеза. В ходе анализа применялся матричный метод прогнозирования развития больших систем.

В соответствии с этим методом, в диссертации:

- сформирован граф влияния комплексов факторов друг на друга и на главную цель построения ИАСУ ГПС групповой обработки;

задачи--> функции--> цели--> главная цель (повышение гибкости производства)

- разработано дерево целей и на основе экспертных оценок определена важность каждой цели, ее вклад в повышение гибкости производства;
- исследованы функции служб технической подготовки производства. Таковыми службами являются служба главного конструктора, главного технолога, и организационно-экономической службы предприятия;
- определены комплексы функций и задач, логические взаимосвязи между ними и их влияние на достижение комплекса целей построения ИАСУ ГПС групповой обработки;
- рассчитаны коэффициенты относительной важности каждой задачи и определены задачи, в наибольшей степени способствующие повышению гибкости производства;

На основе анализа проведен синтез системы, сформулированы интегральные критерии решения задач с учетом особенностей организации групповой обработки на ГПС и на этой основе определены задачи интеграции.

Задачей интеграции, объединяющей конструкторский и технологический этапы, является отработка на технологичность деталей каждой их конструктивно-технологической группы.

Интеграция технологического и организационно-управленческого этапов возможна на основе решения задачи унификации групповых технологических процессов с учетом количества, загрузки и сменности работы рабочих позиций ГПС.

В диссертации разработаны методы автоматизированного решения функциональных задач интеграции.

Унификацию конструкций деталей для групповой обработки в диссертационной работе предлагается реализовать на основе метода аналогового конструирования. Его использование в САПРК при отработке деталей на технологичность предполагает решение следующих проблем:

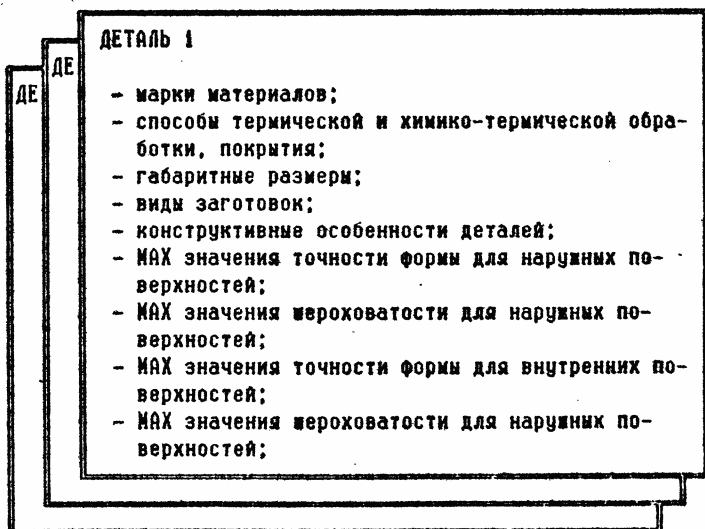
- создание массива аналогов;
- поиск аналогов;
- организацию процесса отработки деталей на технологичность;

Создание массива аналогов основывается на математическом описании представителя группы в котором отражены конструктивные и технологические особенности всех деталей группы. Таким представителем является комплексная деталь (КД). Ее использование при отработке на технологичность предполагает выбор конкретного способа описания характеристик всех деталей группы в виде конечного множества элементов КД и определение характера взаимосвязей между ними. На выбор конкретного способа представления элементов геометрической модели КД для конструктивно-технологических целей в памяти ЭВМ влияют:

- необходимость представления в КД информации не только о форме и конструктивных особенностях деталей группы, но и о технологических методах их изготовления;
- возможность расчета геометрических параметров описания методами вычислительной математики с целью их визуализации на экране дисплея и на графопостроителе в виде чертежа;
- возможность однозначной интерпретации элементов описания, что важно для правильного автоматизированного группирования деталей;

Анализ взаимосвязей между формой, расположением отдельных элементов деталей и технологическими процессами их обработки показал, что наиболее полно перечисленным требованиям отвечает представление геометрических элементов КД в виде технологически определенных поверхностей. Анализ также позволил определить вид геометрической модели КД группы, схема которой представлена на рисунке 2. Как видно из рисунка, модель включает в себя два логически взаимосвязанных уровня описания. На первом из них представлены основные технологические особенности деталей группы, а на втором - все поверхности, входящие хотя бы в одну из деталей этой группы.

ПЕРВЫЙ УРОВЕНЬ ОПИСАНИЯ



ВТОРОЙ УРОВЕНЬ ОПИСАНИЯ

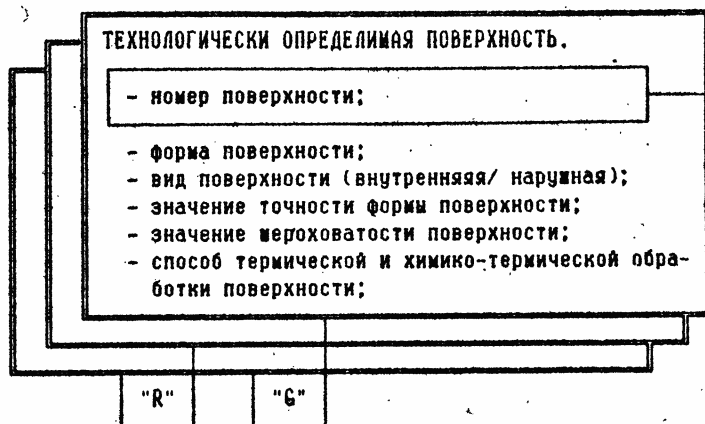


рис. 2. Концептуальная схема геометрической модели КД группы в САПРК ГО.

Основой для унификации формы деталей группы, является унификация входящих в нее элементов – поверхностей. Поэтому в диссертации проведена классификация поверхностей КД по их форме с точки зрения идентичности методов их механообработки. Обоснована необходимость представления в геометрической модели КД взаимного расположения и способа простановки размерных связей между отдельными поверхностями. Разработан способ представления таких взаимосвязей в виде графа смежности поверхностей и графа размерных связей между ними.

Разработан метод поиска групп – аналогов конструктором на основе конструктивно-технологического кода детали, обрабатываемой на технологичность.

Функциональная интеграция САПР и АСУ ГПС основывается на унификации индивидуальных технологических процессов (ИТП). Основой для такой унификации является формирование сводных технологических маршрутов (СТМ) обработки деталей каждой группы и групп деталей. Анализ показывает, что задача формирования СТМ многовариантна. Формируемые варианты СТМ могут отличаться друг от друга общим количеством групповых технологических операций, их содержанием и очередностью выполнения. Поэтому необходима оптимизация СТМ согласно определенного критерия. Исследования показывают, что такая оптимизация базируется на исследованиях зависимостей длительности производственного цикла обработки деталей группы от организационных условий производства. В качестве основы для таких исследований в диссертационной работе принят метод моделирования процессов групповой обработки профессора Парамонова Ф.И. Из всего множества методов моделирования именно этот метод наиболее полно учитывает специфику организации групповой обработки на ГПС.

Исследования показали, что объективными предпосылками для сокращения длительности производственного цикла являются:

- минимальная продолжительность выполнения групповых технологических операций;
- одинаковая сменность работы всех рабочих позиций ГПС;
- равномерная загрузка оборудования ГПС в пределах 0.6 – 0.8;
- минимизация количества групповых операций в СТМ;
- минимизация количества технологических связей рабочих мест ГПС;
- обеспечение прямоочности процесса, исключающая выполнение на одной рабочей позиции ГПС нескольких не рядом стоящих операций;

Исследования позволили разработать методику унификации ИТП деталей группы. Она основана на присоединении унифицируемого или разрабатываемого ИТП к существующему СТМ. Суть методики состоит в следующем.

Сначала формируются все возможные варианты включения ИТП к СТМ. Для этого каждой операции ИТП ставится в соответствие одна или несколько групповых операций СТМ, присоединение к которым возможно с учетом прямооточности процесса.

Затем, из этого множества вариантов выбираются те, у которых предусматривается наименьшее количество вновь включаемых групповых технологических операций.

Оптимизация СТМ по критерию равномерной загрузки оборудования осуществляется на основе интегральных коэффициентов загрузки оборудования ($K_{з.об.i}$) и среднеквадратичного отклонения ($[K_{з.об.i}]$).

$$K_{з.об.i} = \sum_{j=1}^n K_{з.об.ij} / n$$

$$[K_{з.об.i}] = \sum_{i=1}^n (K_{з.об.ij} - K_{з.об.i})^2 / (n-1)$$

где:

$K_{з.об.ij}$ – коэффициент загрузки оборудования, за которым закреплена j -я групповая технологическая операция СТМ, используемая в качестве аналога в i -м варианте присоединения.

n – количество групповых операций в i -м варианте СТМ.

Из всех вариантов предпочтение отдается тем, у которых наименьшее значение $K_{з.об.i}$ сочетается с наибольшим значением среднеквадратичного отклонения.

Оптимизация СТМ по количеству технологических связей между РП ГПС осуществляется на основе весовых коэффициентов P_i .

$$P_i = \sum_{j=1}^n P_{ij}$$

Значение $P_{ij} = 1$ если в i -м варианте между рядом стоящими j -ой и $j+1$ -ой операциями существует технологическая взаимосвязь, $P_{ij} = 0$ в противном случае.

Из всех вариантов выбираются те, для которых значение P_i наибольшее.

По окончании унификации ИТП всех деталей группы, осуществля-

ется закрепление групповых технологических операций за рабочими позициями ГПС, рассчитывается их количество и сменность работы.

ТРЕТЬЯ ГЛАВА посвящена разработке алгоритмического обеспечения методов функциональной интеграции САПРк/САПРт/АСУ ГПС групповой обработки. Кроме того, разработана концепция организационной и информационной интеграции конструкторского, технологического и организационно-управленческого этапов подготовки групповой обработки на ГПС.

Автоматизация процесса организации групповой обработки на ГПС осуществляется на основе интегрирующего блока задач. По функциональной направленности задачи интегрирующего блока можно классифицировать на две группы:

К первой группе относятся задачи отработки деталей на технологичность, интегрирующие САПРк/САПРт и реализованные в рамках САПРк групповой обработки. Наиболее важными в этой группе являются:

- задача унификации формы и взаимного расположения поверхностей деталей группы;
- задача унификации размерных связей;

Ко второй группе относятся задачи унификации технологических процессов групповой обработки и формирования СТМ, интегрирующие САПРт/АСУ ГПС и реализованные в рамках САПРт групповой обработки. В первую очередь это:

- задача унификации ИТП деталей и формирования СТМ деталей группы;
- задача формирования СТМ групп деталей;

Алгоритмы этих задач представлены в диссертационной работе и учитывают специфику организационной интеграции конструкторского, технологического и организационно-управленческого этапов организации ГПС групповой обработки.

Исследование состава используемой задачами ИАСУ ГПС информации позволяют сделать вывод о необходимости наличия единой информационной базы, формируемой интегрирующим блоком задач и используемой при распределенной обработке данных.

Определены принципы организации и разработан технологический процесс обработки информации в ИАСУ ГПС, основанный на организационной интеграции функций конструкторского, технологического и организационно-управленческого этапов подготовки групповой обработки.

При функционировании ИАСУ ГПС предусмотрена система внесения изменений в информационную базу, реализуемая в ИАСУ особым ком-

плексом задач, также входящих в состав интегрирующего блока. Это следующие задачи:

- ведения КД группы;
- ведения СТМ;
- формирования состава деталей в группе и состава групп деталей на ГПС;

Наиболее сложной из них является задача ведения КД группы, поэтому в диссертационной работе представлен алгоритм ее решения.

В ЧЕТВЕРТОЙ ГЛАВЕ представлен экспериментальный пример методики интеграции функциональных задач в ИАСУ ГПС. Также рассчитана экономическая эффективность от интеграции функциональных задач.

В качестве объекта для апробации изложенной в работе методики выбран гибкий автоматизированный цех (ГАЦ), внедрение которого осуществляется на ИАПО имени П.В. Дементьева. ГАЦ специализируется на выпуске деталей гидродвигателей агрегатов самолета. Основным принципом организации производства в ГАЦ является групповая обработка деталей.

При подготовке групповой обработки на ГАЦ было проанализировано 8097 наименований деталей и сформировано 85 конструктивно-технологических групп. В основном это детали типа тел вращения и корпусные детали.

Для иллюстрации сути излагаемой в работе методики, в диссертации рассмотрен процесс организации группового производства в ГАЦ на этапе его проектирования и при его функционировании на примере конкретной конструктивно-технологической группы.

На примере деталей этой группы проиллюстрирован разработанный метод унификации деталей. Алгоритмы такой унификации доведены до программной реализации. Листинг программы приведен в приложении к диссертации.

Также проиллюстрирован разработанный метод унификации технологических процессов и формирования оптимального с точки зрения длительности производственного цикла СТМ деталей этой конструктивно-технологической группы.

Для условий эксперимента рассчитана экономическая эффективность. Установлено, что применительно к рассматриваемым условиям, эксперимент подтверждает основные положения, изложенные в диссертационной работе.

В ЗАКЛЮЧЕНИИ представлены основные результаты и выводы по результатам исследования.

В ПРИЛОЖЕНИЯХ приведены статистические данные по динамике

конструктивных изменений, компоновочные схемы ГПС, функции служб технической подготовки производства. Также приведен состав информации, необходимой при решении задач ИАСУ ГПС, материалы по контрольному примеру и листинг программы унификации конструкции деталей группы.

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ.

1. Проведено исследование функций служб технической и организационной подготовки производства и определены функциональные задачи интеграции – задача отработки деталей на технологичность и задача унификации ИТП и формирования СТМ деталей группы и групп деталей;
2. Разработан подход к унификации формы и технологических характеристик деталей группы, основанный на принципах аналогового конструирования и предусматривающий организационную интеграцию функций конструкторского и технологического этапов подготовки групповой обработки;
3. Разработана геометрическая модель комплексной детали (КД) группы в САПРк групповой обработки. Такая модель представляет собой комплекс технологически определимых поверхностей и систему пространственных и размерных связей между ними;
4. Дана классификация элементарных поверхностей как основа метода отработки на технологичность в САПРк ГО;
5. Разработан способ поиска аналогов, основанный на формировании конструктивно-технологических характеристик новой детали;
6. Разработан подход к унификации технологических процессов, основанный на заимствовании технологических решений из СТМ в САПРт групповой обработки и предусматривающий организационную интеграцию функций технологического и организационно-управленческого этапов подготовки групповой обработки;
7. Разработаны принципы и критерии формирования сводных технологических маршрутов (СТМ) деталей группы и групп деталей, основанные на минимизации совокупного цикла обработки;
8. Разработано алгоритмическое обеспечение функциональной интеграции систем САПРк/САПРт/АСУ ГПС. Определен состав информационной базы ИАСУ ГПС, принципы определения модели ее структуры;
9. Разработана методика организации групповой обработки, основанная на организационной и информационной интеграции функциональных задач САПРк/САПРт/АСУ ГПС;

Список работ по теме диссертации:

1. Парамонов Ф.И., Бойкова М.В., Бойков О.А. Технологические основы проектирования гибких производственных комплексов // Авиационная промышленность. - 1987. - №5. - С. 35-36.
2. Бойков О.А., Родионов А.А. Организационные и технологические аспекты внедрения промышленных роботов на МЯПО им. П.В. Деметьева. // Сб. тез. докл. отраслевого семинара "Автоматизация на базе промышленных роботов". - М., 1988. - С. 7-8.
3. Бойков О.А., Парамонов Ф.И., Тихонов А.С. Система учета конструкторских изменений при функционировании ГПС // Авиационная промышленность. - 1989. - №9. - С. 39-40.