

На правах рукописи

**Теплякова Татьяна Юрьевна**

**МЕТОД ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ  
НА СТАНКАХ С ЧПУ  
НА ОСНОВЕ ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Специальность 05.02.22 – Организация производства (машиностроение)

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Ульяновск 2009

Работа выполнена на кафедре «Самолетостроение» Института авиационных технологий и управления государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Ульяновский государственный технический университет»

**Научный руководитель:** доктор технических наук, профессор  
**Попов Петр Михайлович**

**Официальные оппоненты:** доктор технических наук, профессор  
**Коптев Анатолий Никитович**

кандидат технических наук, доцент  
**Недоцуков Николай Акимович**

**Ведущая организация:** Федеральное государственное  
унитарное предприятие  
**«Государственный научно-  
производственный ракетно-  
космический центр ЦСКБ –  
«Прогресс», г. Самара**

Защита состоится 30 июня 2009 г. на заседании диссертационного совета Д 212.215.03, созданном при Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королева», по адресу: 443086, г. Самара, ул. Московское шоссе, 34.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева».

Автореферат разослан 28 мая 2009 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
кандидат технических наук

Ю.С.Клочков

## Общая характеристика работы

**Актуальность.** В настоящее время запуск в производство новых модификаций самолётов предполагает кардинальное техническое перевооружение производства, а также совершенствование системы технико-экономического проектирования, автоматизации проектных, технологических, организационно-технических процессов.

Характерными чертами современного этапа научно-технического прогресса в авиастроении являются резкое усложнение вновь создаваемых объектов новой техники, увеличение объемов и повышение стоимости работ, выполняемых при их разработке и исполнении. Эти обстоятельства значительно повышают требования к организации и координации работ на авиационном предприятии, вызывают трудности в рациональном использовании материальных и трудовых ресурсов, что в ряде случаев приводит к большим непроизводительным потерям времени и средств.

Наиболее прогрессивным оборудованием, которое используется на современном авиационном предприятии, являются станки с числовым программным управлением (ЧПУ). Однако это не означает, что перевод любой детали на станки с ЧПУ предполагает получение высокого экономического эффекта. Эффект использования станков с ЧПУ во многом определяется рациональной организацией производства изделий на этом оборудовании, совершенствованием систем автоматизации и механизации процессов производства, труда и управления. Например, автоматизация процессов проектирования, планирования и организации производства приводит к необходимости пересмотра традиционных подходов к работе на станках с ЧПУ особенно в условиях функционирования АСУ предприятием.

Решить проблему совершенствования организации производства на оборудовании с ЧПУ возможно с помощью методов, основанных на использовании современного математического обеспечения, процессорной техники и разработки графоаналитических моделей.

Следовательно, важной и актуальной задачей является разработка метода организации производства изделий на оборудовании с ЧПУ с использованием графоаналитических моделей геометрических объектов (ГО) механообработки (контуров деталей или изделий, соответствующих требуемым траекториям движения инструмента) для САПР управляющих программ станками с ЧПУ.

**Цель исследований.** Целью диссертационной работы является совершенствование системы организации производства изделий на оборудовании с ЧПУ на основе разработки графоаналитических моделей.

**Состояние изученности проблемы.** Вопросами информатизации производственно-технологических, технико-экономических и управленческих процессов и организации производства занимались многие видные отечественные учёные и специалисты: Каблов Е.Н., Туполев А.А., Антонов О.К., Волобуев Д.К., Комаров В.А., Барвинок В.А., Засканов В.Г., Сойфер В.А., Павлов В.В., Петров Е.Н., Коптев А.Н., Савотченко В.В., Гришанов Г.М., Гречников Ф.В., Попов И.П., Каргин В.Р., Норенков А.П., Соснин П.И., Мишин В.А., Ляшко

Ф.Е., Бабушкин А.И., Попов П.М. Они внесли значительный вклад в развитие системы организации производства (СОП), автоматизацию и совершенствование проектно-технологических и производственных процессов по изготовлению высокотехнологичной техники и, в том числе, летательных аппаратов. Разработаны уникальные математические, лингвистические информационные модели построения информационного проектно-технологического, производственного и организационного тезауруса для функционирования систем организации производства, автоматизации проектных разработок и технологической подготовки производства.

Однако в работах отечественных и зарубежных специалистов, посвященных информатизации производственных процессов, не рассматривались такие узкоспециализированные направления организации производства, как разработка графоаналитического тезауруса всей возможной номенклатуры деталей машиностроительного профиля, обрабатываемых на оборудовании с ЧПУ.

В этой связи возникает задача совершенствования системы организации производства в новых условиях, то есть, в условиях наиболее полной информатизации всех технологических, производственных, организационных процессов и управленческих процедур: разработать графоаналитический тезаурус, включающий графическое и математическое описание элементов объектов, деталей, изделий, агрегатов и других составляющих элементов механообрабатываемых изделий машиностроения.

Полученные таким образом графоаналитические модели, используемые при организации производства изделий на оборудовании с ЧПУ, позволяют находить оптимальные пути повышения эффективности САПР CASIUS, применяемую для разработки управляющих программ для оборудования с ЧПУ.

**Задачи исследований.** Достижение сформулированной выше цели предполагает решение следующих задач:

1. Выполнить анализ организационной структуры построения общего информационного тезауруса процессов производства элементов конструкции самолета (на примере фюзеляжа) в условиях функционирования систем автоматизации.

2. Разработать метод графоаналитического моделирования геометрических объектов механообработки и на этой основе усовершенствовать программное обеспечение САПР CASIUS управляющих программ для станков с ЧПУ.

3. Разработать типовые методики организации производства изделий на оборудовании с ЧПУ с использованием разработанных графоаналитических моделей для САПР управляющих программ.

4. Выполнить оценку экономической эффективности процесса адаптации графоаналитических моделей к программному обеспечению CASIUS в системе организации производства изделий на оборудовании с ЧПУ.

**Область исследований:**

1. Разработка научных, методологических и системотехнических основ проектирования управляющих программ и организации производственных процессов на основе графоаналитического моделирования. Стратегия развития и планирования производственных процессов.

2. Разработка методов и средств информатизации и компьютеризации производственных процессов, их документального обеспечения на всех стадиях [паспорт специальности 05.02.22 - Организация производства (машиностроение), пп.1.3].

**Объект исследований**- технология и проектно-технологические процедуры организации авиационного производства деталей и изделий на оборудовании с числовым программным управлением.

**Предмет исследований**- графоаналитические модели и геометрические объекты, составляющие образы (элементы контуров) деталей и изделий, изготавливаемых методами механической обработки.

**Методика исследований** включает проведение теоретических и экспериментальных исследований проектно-технологических и производственных процессов механообрабатывающих производств на основе функционально-стоимостной инженерии с целью совершенствования организации производства изделий на оборудовании с ЧПУ.

**Научная новизна работы** заключается в разработке метода и методики графоаналитического моделирования геометрических объектов механообработки с использованием проектных процедур системы автоматизированного проектирования CASIUS на основе параметрического описания траекторий движения инструмента.

В итоге проведенных исследований получены следующие результаты:

1. Метод представления проектно-технологических и производственных функций с целью формирования новых проектов информационного обеспечения на основе разработки графоаналитического тезауруса в виде основных геометрических объектов, содержащихся в проектах деталей и изделий самолетостроительного профиля.

2. Методика организации производства изделий на оборудовании с ЧПУ с использованием графоаналитических моделей для САПР управляющих программ по номенклатуре изделий, изготавливаемых методом механической обработки.

3. Типовая методика совершенствования системы организации производства изделий на оборудовании с ЧПУ в составе комплекса «CASIUS и станок с ЧПУ» и интегрированной АСУ авиационным предприятием.

4. Методика проведения априорных расчетов экономической эффективности процесса адаптации графоаналитических моделей к программному обеспечению CASIUS в системе организации производства изделий на оборудовании с ЧПУ.

**Направлениями защиты** в настоящей работе являются:

1. Метод математического моделирования процесса разработки управляющих программ для механической обработки на станках с ЧПУ на основе адаптации комплекса «CASIUS и станок с ЧПУ» к единой интегрированной АСУП с графоаналитическими моделями.

2. Методика организации проектно-технологических, производственно-технологических и управленческих функций на конструкцию самолета в виде графоаналитического тезауруса.

3. Комплексная методика совершенствования системы организации производства изделий на оборудовании с ЧПУ в составе комплекса «CASIUS и станок с ЧПУ» и интегрированной АСУ предприятием самолетостроительного направления.

**Практическая значимость работы.** Разработанные графоаналитический тезаурус, составленный из геометрических объектов; метод организации производства изделий на оборудовании с ЧПУ на основе графоаналитического моделирования; методика проведения априорных расчетов экономической эффективности внедрения комплекса «CASIUS и станок с ЧПУ» позволяют усовершенствовать процесс автоматизированного проектирования управляющих программ для оборудования с ЧПУ, сократить общую трудоемкость производственно-технологических процессов изготовления изделий методом механической обработки, повысить их качество и в дальнейшем эффективно использовать действующее отечественное оборудование с ЧПУ.

**Реализация результатов исследований:**

1. Методы графоаналитического моделирования геометрических объектов механообработки с использованием САПР CASIUS, математические модели для увязки модулей комплексной производственной системы с информационным обеспечением, методика проведения технико-экономических расчетов и автоматизированного вычисления трудоемкости производственно-технологических процессов механообработки переданы в виде проектно-технологической документации на предприятия ОАО «Авиакор»-Самарский авиационный завод, ЗАО «Авиастар-СП»-Ульяновский авиационно-промышленный комплекс, ФНПЦ ОАО НПО «Марс».

2. Методика графоаналитического моделирования геометрических объектов, разработанная на основе одноименного метода, оформлена в виде методических указаний и используется в учебном процессе ИАТУ УлГТУ при изучении дисциплин: «Автоматизированное проектирование технологических процессов», «Технология производства самолетов» и «Автоматизация проектирования управленческих процедур авиационного производства».

**Апробация работы.** Основные результаты диссертации были апробированы на научно-технических конференциях Ульяновского государственного технического университета (г. Ульяновск, 2005-2009 гг.); на Гагаринских чтениях (г. Ульяновск, 2008 г.); на Всероссийской научно-технической конференции «Наследие А.Н.Туполева развивается и воплощается в жизнь» (г. Ульяновск, 2008г.).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 35 работ, в том числе 7 статей - в рецензируемом научном издании, определенном Высшей аттестационной комиссией РФ.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, списка литературы из 121 наименования, включает 55 рисунков, 9 таблиц.

**Основное содержание работы**

**Во введении** обоснована актуальность темы, изложена общая характеристика проблемы, поставлена цель исследований, выбраны методы, на основе

которых проводятся исследования, сформулированы научные результаты, выносимые на защиту; дана краткая характеристика работы по разделам.

**В первой главе** работы выполняется системно-функциональный анализ последовательности проектирования, производства и сборки самолета (на примере фюзеляжа) на основе информационного, проектно-технологического, управленческого и производственного тезауруса.

Выполняется научно-техническое обоснование необходимости проектирования и использования в системе организации производства графоаналитического тезауруса для полноты использования объема информации при выполнении проектно-производственных процедур и процессов по изготовлению сложных изделий машиностроения с использованием оборудования с ЧПУ. В качестве примера в работе построена функциональная схема графа сборки фюзеляжа многофункционального самолета модификации ИЛ-476.

С целью повышения эффективности работы оборудования с ЧПУ и для достижения наиболее полной информатизации всех технологических, производственных, организационных процессов и управленческих процедур предлагается «состыковать» информационный лингвистический тезаурус традиционного вида с тезаурусом графоаналитическим. Для этой цели используется интегрированная комплексная система автоматизированного проектирования типа CASIUS. Далее в главе формулируются задачи исследования и соответствующие выводы.

**Во второй главе** отмечается, что в промышленном производстве при выпуске высокотехнологичной техники более половины всех деталей и сборочных единиц подвергаются механической обработке на высокоточном оборудовании с ЧПУ в условиях функционирования САПР CASIUS. По результатам проведенного системно-функционального анализа и исследования качественного состава языка CASIUS сформирован информационный словарь терминов и операндов: константы, квалификаторы, переменные, ключи, геометрические объекты, скалярные переменные (табл. 1).

Таблица 1 – Описание скалярных переменных

$\langle \text{имя скалярной переменной} \rangle = [ @ : + ] 0$
---

Предлагается описание скалярных функций (табл. 2), которые расписываются в виде графоаналитических моделей (рис. 1, 2.).

Рассматриваются процедуры на скалярное присвоение и создаются синонимы.

Таблица 2 – Описание скалярных функций

№	Функция	Тип аргумента		Значение функции	Примечание
		АПрг1	Арг2		
1	ABS	S	-	Абсолютная величина S	
2	ACOS	S	-	арккосинус	Результат в градусах
3	ANG	G	G	Угол между ГО	Здесь РТ-вектор
4	ASIN	S	-	Арсинус S	Результат в градусах
5	ATAN	S	-	Арктангенс S	Результат в градусах
6	COS	S	-	Косинус S	Аргумент в градусах
7	DIST	G	G	Расстояние между двумя ГО	кратчайшее
8	DOT	PT	PT	Скалярное произведение	
9	CRO	PT	PT	Векторное произведение	Координата Z
10	Get	G	S	Параметр номер S КФ ГО	G : PT, LN, CR S = 1...3
11	EXP	S	-	Е в степени S	
12	LEN	G	-	Длина ГО	G : PT, CR, CT
13	LOG	S	-	Логарифм S	натуральный
14	NOR	G	S	Угол нормали к линии в точке с параметром S	
15	NUM	CT	-	Число записей в файле КФ контура	
16	SIN	S	-	Синус S	Аргумент в градусах
17	SQR	S	-	Квадрат S	
18	SQRT	S	-	Корень из S	S >= 0
19	TAN	S	-	Тангенс S	Аргумент в градусах
20	TOF	G	PT	Параметр точки на линии G	Аргумент в градусах

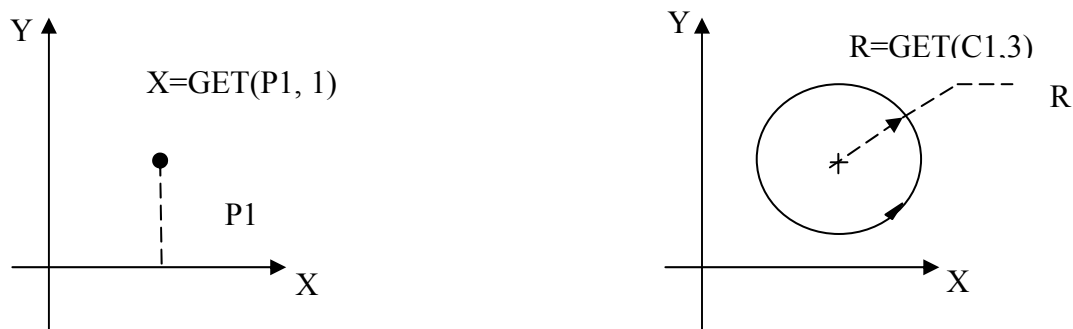


Рисунок 1 Извлечение параметра канонической формы  $GET(G, 1)$



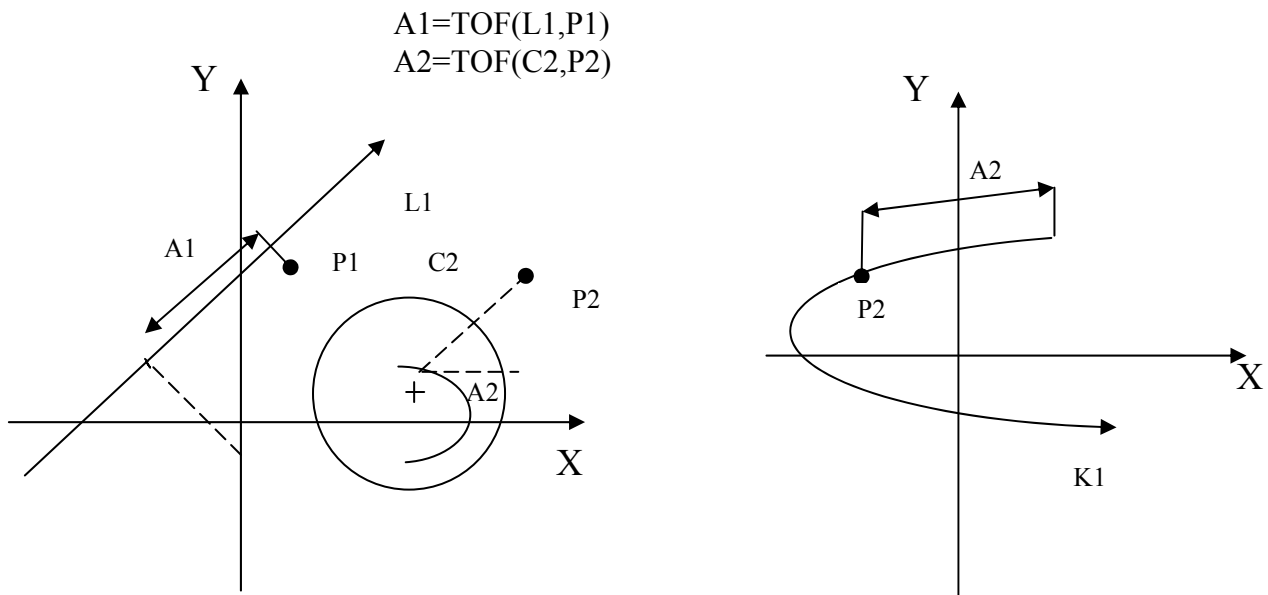


Рисунок 2 Расчет параметра точки на линии  $TOF(G, PT)$

Далее рассматривается функция, значением которой является геометрический объект. К геометрическим функциям CASIUS относятся: CONE, CYLINDER, EQD, GET, LIST, MATRIX, POLYGON, SPLINE, PLANE, SPHERE, SURE, TOR, UNITE, PUT, ROTATE.

Выполняется процедура замены параметров канонической формы (PUT) в виде оператора, который позволяет изменить некоторые параметры КФ ГО:

$\langle \text{имя ГО} \rangle = PUT(G, S)$  (рис. 3).

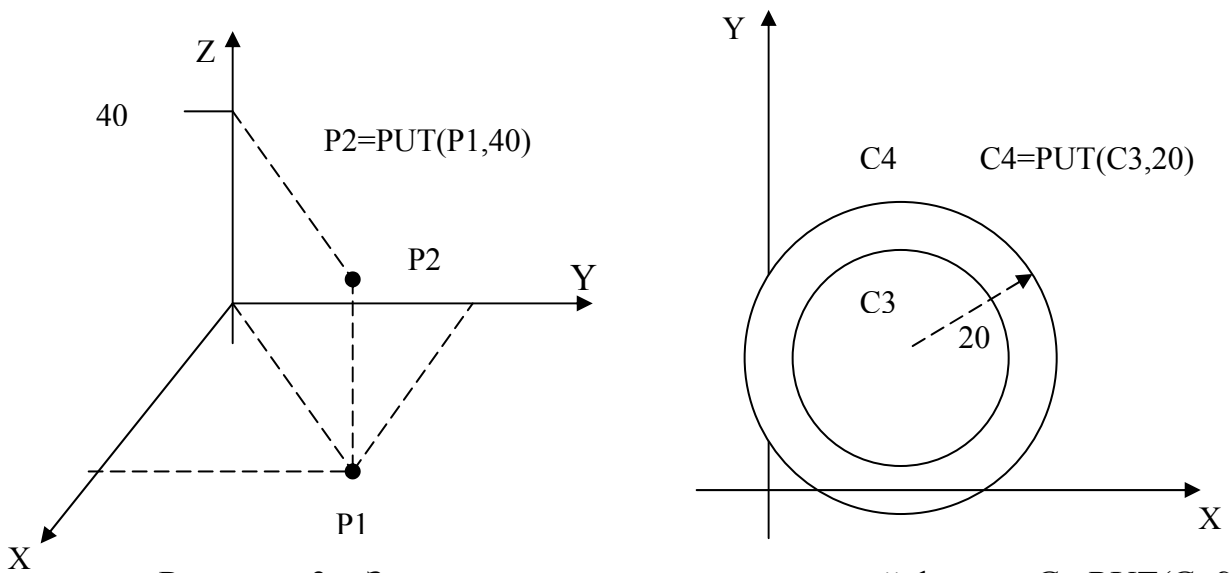


Рисунок 3 Замена параметров канонической формы  $G=PUT(G, S)$

Далее в главе рассматривается проектная процедура копирования геометрических объектов как оператора, который позволяет получить копию геометрического объекта под новым именем (рис. 4).

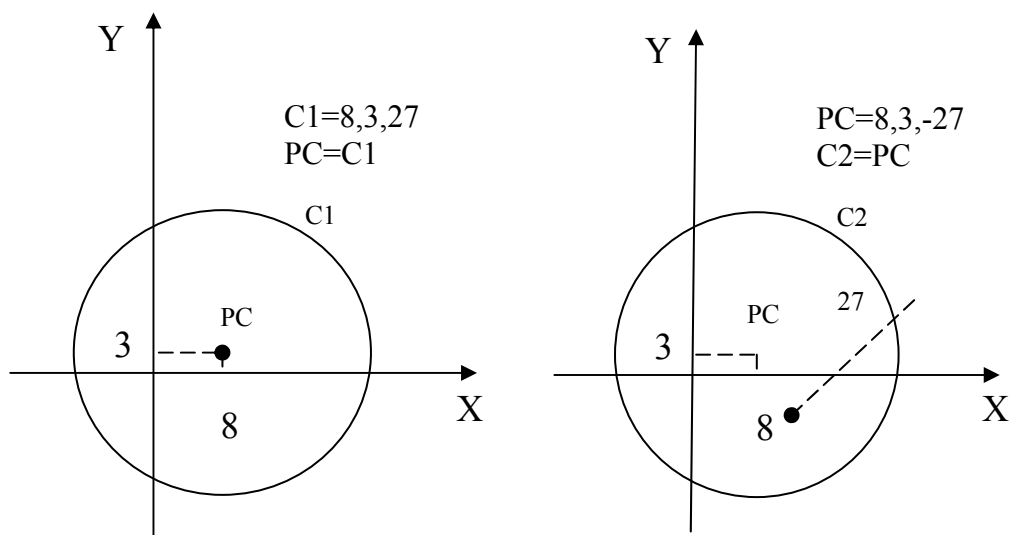


Рисунок 4 Копирование геометрического объекта  $G=G$

При копировании допустимы следующие преобразования (табл.3).

Таблица 3 - **Параметры преобразования геометрического объекта**

Формат	Параметры КФ			Примечание
	1	2	3	
PT=CR	X	Y	Z=R	Центр окружности
CR=PT	X	Y	R=Z	Окружность с центром PT
CT=GM	Аппроксимация модели линии (смотри CURV)			
GM=CT	Формирование модели контура			

По результатам исследования проектных процедур системы организации производства в CASIUS предлагаются геометрические операции, которые выполняются над двумя операндами (табл. 4), а также разрабатываются типы и направления эквидистант, которые совпадают с типом и направлением исходного геометрического объекта (рис. 5). Процесс масштабирования геометрического объекта с коэффициентом  $S$  показан на рисунке 6..

Таблица 4 - Геометрические операции

Формат 1	Операция	Формат 2	Операция
$G + S$	Эквидистанта	$G + G$	Пересечение
$G - S$	Эквидистанта	$G - G$	Пересечение
$G \cdot S$	Масштабирование	$G \cdot G$	Преобразование
$G / S$	Точка на линии	$G / G$	Касательная (CR)
$G \setminus S$	Не реализована	$G \setminus G$	Касательная (LN)
$G \wedge S$	Вращение	$G \wedge G$	Нормаль (LN)

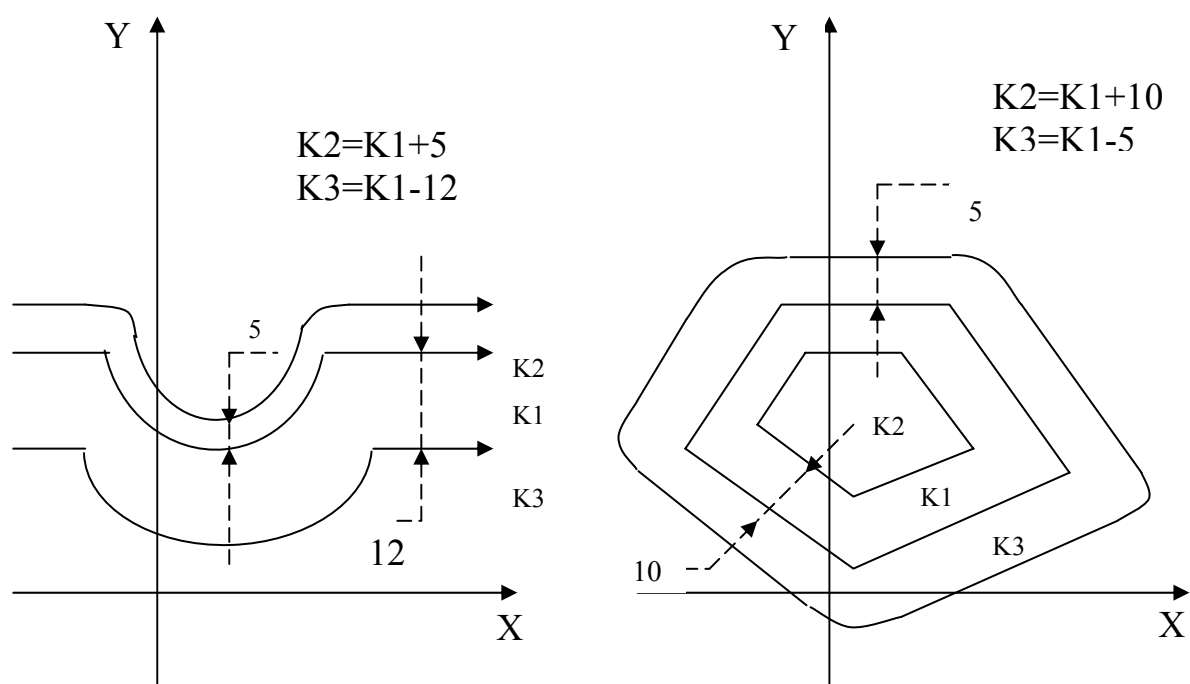


Рисунок 5 Эквидистанта  $G = G \pm E$

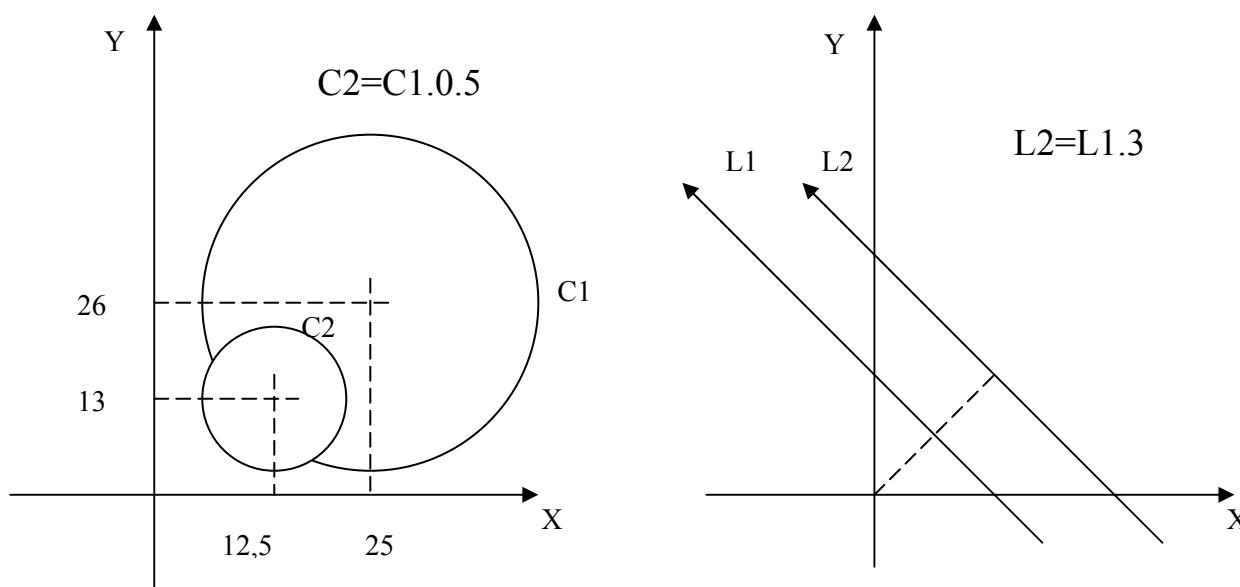


Рисунок 6 Масштабирование  $G=G \cdot S$

Проведенный анализ всех разработанных графоаналитических моделей для организации производства изделий на оборудовании с ЧПУ позволил подойти к разработке метода организации производства на основе этих моделей для целей качественного управления процессами производства. Сформулированы выводы по главе.

**В третьей главе** на основании проведенных исследований разрабатываются типовые методики организации производства изделий на основе графоаналитических моделей САПР. В качестве примера рассматривается технологический процесс фрезерной обработки с распределением последовательности операций по времени с усовершенствованием процедур организации графоаналитических моделей.

Для разработки методики организации производства фрезерной обработки изделий на станках с ЧПУ формируются определения, графоаналитические модели, обозначаются технологические операторы, дается описание инструмента, выделяются параметры чистовой обработки с коррекцией траекторий движения инструмента.

На примере изделий, изготавливаемых методом фрезерной обработки описаны операторы задания технологических параметров, которые используются для определения характеристик обработки, необходимых для расчета траектории движения фрезы. К ним относятся значения: подач маневрирования и обработки, высот маневрирования, параметров чистовой обработки, геометрия профиля фрезы и параметры врезания (рис. 7).

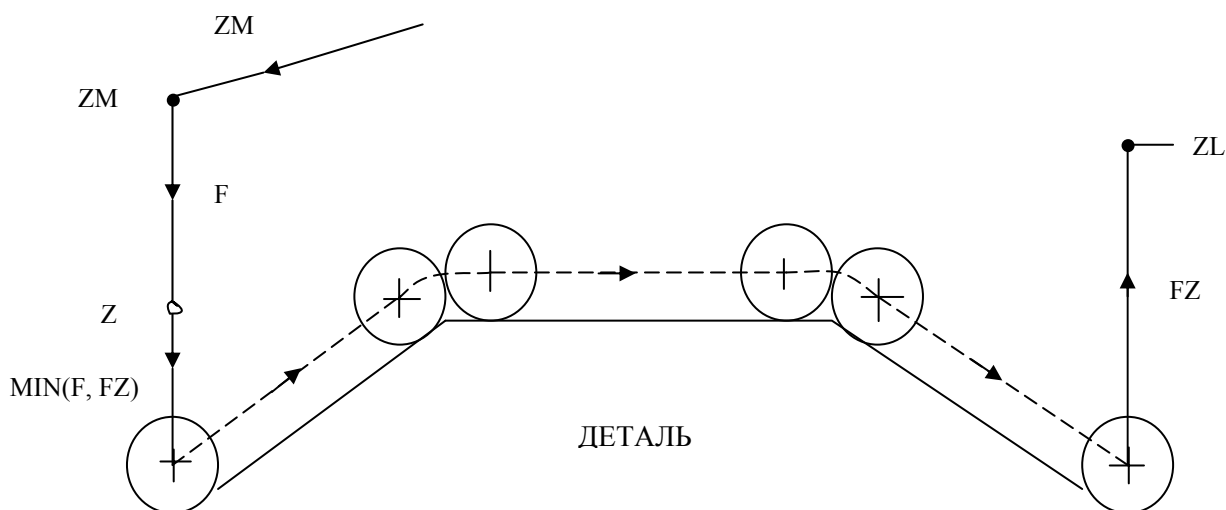


Рисунок 7 Траектория движения инструмента

При этом обработка поверхности осуществляется оператором MILL. В работе описывается:

- а) формирование и обработка кинематической поверхности;

б) обработка параметрической поверхности, которая осуществляется по параметрическим линиям; обрабатываемая поверхность задается оператором PS\_IS;

в) обработка по направляющей поверхности; при этом траектория обработки ограничивается двумя контрольными поверхностями (начало и конец обработки).

Разработанные в данной главе типовые методики организации производства изделий на оборудовании с ЧПУ повышают эффективность использования этого оборудования, что позволяет перейти к адаптации графоаналитических моделей к программному обеспечению CASIUS. Сформулированы выводы по главе.

**В четвертой главе** для адаптации графоаналитических моделей к программному обеспечению CASIUS в системе организации производства изделий с целью эффективного использования оборудования с ЧПУ рассматриваются технические процедуры циркуляции информационных потоков в комплексе «CASIUS и станок с ЧПУ» в рамках интегрированной комплексной АСУ предприятием.

Комплекс, состоящий из CASIUS, графоаналитических моделей и оборудования ЧПУ, условно назван «узлом».

Отмечается, что в течение интервала времени  $(t_0 - t_1)$  на вход узла поступает поток с интенсивностью  $\lambda_0$  такой, что нагрузка  $\rho_0 = \lambda / \mu < 1$ .

В этом интервале времени узел работает в установившемся режиме, имея очередь определенной длины и определенное время реакции.

Далее, используя модель изменения параметра потока  $\lambda$ , определяются параметры процесса изменения длины очереди, учитывая, что в качестве значения  $N_0 = N_l$  используется значение длины очереди, полученной на участке  $N_{l-1}$

$$N_l = N_{l-1} + \mu \Delta t_l (\rho_l - 1), l = 1, \dots, n,$$

где  $n$  – число участков, на которые разбит интервал  $[t_0, t_n]$ ;  $N_{l-1}$  – число запросов в очереди, а максимальную длину очереди предполагается вычислять:

$$N_{\max} = \sum_{l=1}^n N_l = N_0 + \mu \sum_{l=1}^n \Delta t_l (\rho_l - 1).$$

Также отмечается, что при определении  $N_{\max}$  в момент времени  $t_n$ , когда  $\rho$  становится меньше 1, очередь убывает, то есть при  $t_n$   $N = N_{\max}$ .

Далее осуществляется расчет экономического эффекта, полученного от внедрения разработок:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_y - E_n K,$$

где  $\mathcal{E}_y$  — экономия, полученная от внедрения графоаналитического моделирования в механообрабатывающем производстве исследуемого предприятия;  $K$  - капитальные вложения на разработку комплекса задач (35 тыс. руб. на исследование и 145 тыс. руб. на адаптацию системы CASIUS и ее корректировку под условия механосборочного производства исследуемого предприятия);  $E_n$  — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, установленный Министерством экономики РФ на 2008/2009 годы ( $E_n = 0,336$ ).

Годовой экономический эффект от внедрения методики графоаналитического моделирования геометрических объектов изделий механообработки составил 1662,805 тыс. руб. Выполняются расчеты:

а) модуля по проектированию инструмента в CASIUS; б) модуля проектирования технологических процессов комплекса «CASIUS и станок с ЧПУ»; в) роста производительности труда от внедрения графоаналитических моделей, используемых в названном комплексе.

Выполнен априорный расчет экономической эффективности от адаптации и внедрения комплекса «CASIUS и станок с ЧПУ» в комплексную производственную систему авиастроительного предприятия, что позволило снизить трудоемкость: а) для фрезерной обработки изделий с ЧПУ на 23823,5 н/часа; б) для чистовых обрабатывающих операций и электроэрозионной обработки (чистовой) на 16676,5 н/часа, что составляет сокращение трудоемкости в количестве 40500 н/часов на одно изделие.

Выполнен расчет норм времени на разработку управляющих программ в СОП изделий на станках с ЧПУ, что позволило: подтвердить правомочность расчетных формул для автоматизированного нормирования; повысить производительность труда технологов-нормировщиков на 13,5%, повысить производительность CASIUS в комплексе со станками с ЧПУ в единой АСУ предприятия в 1,7 раза.

## **ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ**

По результатам исследований разработок CASIUS в механосборочном и механообрабатывающем производствах; разработки массива графоаналитических моделей для повышения эффективности системы организации производства изделий на станках с ЧПУ; создание комплекса «CASIUS и станок с ЧПУ» в единой АСУП; выполнения адаптации названного комплекса и производства расчетов экономической эффективности разработок, сформулируем следующие результаты и выводы:

1. Выполнен анализ функционального состава проектно-технологических и производственных функций – информационного тезауруса в процессах сборки самолета, что позволило сориентировать процесс исследований и направить его на организацию механообрабатывающего и механосборочного производств с целью повышения эффективности общей системы организации производства исследуемого предприятия для освоения и выпуска высокотехнологичного изделия (самолета ИЛ-476).

2. Разработан метод совершенствования системы организации производства изделий на оборудовании с ЧПУ на основе графоаналитического моделирования, что позволило сформировать тридцать шесть основных моделей на изделия механообрабатывающего и механосборочного производства, тем самым усовершенствовать СОП авиастроительного предприятия в условиях функционирования АСУП (в том числе АСУТП).

3. Разработаны типовые методики организации производства изделий на оборудовании с ЧПУ на основе:

- параметрического описания линий;
- описания поверхностей;
- описания траекторий движения инструмента;
- параметров чистовой обработки,

что позволило сформировать общую типовую методику совершенствования системы организации производства изделий на оборудовании с ЧПУ в составе комплекса «CASIUS и станок с ЧПУ» и интегрированной АСУ предприятием самолетостроительного направления.

4. Адаптированы графоаналитические модели к программному обеспечению CASIUS в системе организации производства изделий на оборудовании с ЧПУ, что позволило произвести расчеты экономической эффективности разработок и:

- повысить производительность труда технологов-нормировщиков на 13,5%;
- повысить производительность CASIUS в комплексе со станками с ЧПУ в интегрированной АСУП авиастроительного предприятия в 1,7 раза;
- снизить трудоемкость по механообрабатывающим и механосборочным работам на 40500 н/часов в год на одно изделие (на примере ИЛ-476).

**Основные положения диссертации опубликованы в 35 работах, в том числе 7 работ в рецензируемом научном издании, определенном Высшей аттестационной комиссией:**

1. Теплякова Т.Ю. Технико-экономическое моделирование производственно-технологических процессов на основе сетевого планирования и управления разработками [Текст] / Т.Ю.Теплякова, Л.И.Носач // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Специальный выпуск «50 лет содружества науки УлГТУ и машиностроения» - 2007.- С.187-190.
2. Лобанов С.Д. Выбор критериев оценки эффективности производственной системы [Текст] / С.Д.Лобанов, Т.Ю.Теплякова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Специальный выпуск «Технологии, процессы и системы в ходе их эволюционного развития» - Том 1.- 2006. – С.71-74.
3. Лобанов С.Д. Некоторые проблемы использования реинжиниринга в организациях [Текст] / С.Д.Лобанов, Т.Ю.Теплякова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Специальный выпуск «Технологии, процессы и системы в ходе их эволюционного развития» - Том 1.- 2006. – С. 74-78.
4. Теплякова Т.Ю. Проектно-технологические процедуры автоматизированной разработки управляющих программ для оборудования с числовым программным управлением [Текст] / Т.Ю.Теплякова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Специальный выпуск - 2008. – С.45-48.
5. Теплякова Т.Ю. Организация производства изделий на станках с ЧПУ в составе гибких производственных систем [Текст] / Т.Ю.Теплякова // Из-

- вестия Самарского научного центра Российской академии наук. Специальный выпуск - 2008. – С.32-36.
6. Теплякова Т.Ю. Методика функционально-стоимостного анализа и расчет затрат в процессе его проведения [Текст] / Т.Ю.Теплякова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Специальный выпуск - 2008. – С.26-29.
  7. Теплякова Т.Ю. Оценка экономической эффективности автоматизированного производства [Текст] / Т.Ю.Теплякова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Специальный выпуск - 2008. – С.47-51.